

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO SÓCIO ECONÔMICO  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS

## **O PAPEL DAS PCHS NA ECONOMIA CATARINENSE**

Alexandre de Andrade

Florianópolis  
2010

ALEXANDRE DE ANDRADE

## **O PAPEL DAS PCHS NA ECONOMIA CATARINENSE**

Monografia submetida ao curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito obrigatório para a obtenção do grau de Bacharelado.

Orientador (a): João Randolfo Pontes

FLORIANÓPOLIS, 2010

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS**

A Banca Examinadora resolveu atribuir a nota (9,0) ao aluno (Alexandre de Andrade) na disciplina CNM 5420 – Monografia, pela apresentação deste trabalho.

Banca Examinadora:

-----  
Prof. João Randolfo Pontes

-----  
Prof. Reginete Panceri

-----  
Prof. Paulo Guilhaon

Dedico este trabalho  
a minha esposa e a minha filha  
Amanda com carinho e amor.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao orientador, professor João Randolfo Pontes, pela dedicação e presteza dispensada, pela compreensão, paciência, amizade e permanente disponibilidade no transcorrer deste trabalho.

A minha esposa, Patrícia Becker de Andrade, pela ajuda na formatação desta monografia, pelo amor e compreensão.

A Amanda, minha filha, que é coisa mais importante da minha vida e o maior motivo para o término desta monografia.

Aos meus pais, Antônio e Áurea que sempre me apoiaram na busca desta realização pessoal e profissional e sempre estiveram presentes na minha vida.

As minhas irmãs, Andréia e Aurélia que me ajudaram a crescer e me apoiaram para esta conquista.

A todos os colegas de curso, professores e funcionários do Departamento de Ciências Econômicas, que eu conheci no decorrer da realização do curso.

## **RESUMO**

Em relação às plantas industriais geradoras de energia elétrica, as PCHs são de significativa importância para o enriquecimento da matriz de energia elétrica do Brasil e também do estado de Santa Catarina. Pois são empreendimentos bem integrados ao desenvolvimento sustentável, causam poucos impactos negativos para o ambiente e também para a sociedade de um modo geral.

Atualmente as PCHs são responsáveis por 2,9% da energia elétrica gerada no Brasil, no estado de Santa Catarina as PCHs representam 4,67% da capacidade. Esta parcela na geração de energia elétrica irá aumentar significativamente no futuro devido ao grande número de projetos em execução (construção e outorgados pela ANEEL). Atualmente as PCHs são empreendimentos muito procurados por investidores de todos os portes, e também são muito visados pelas empresas estatais que atuam na área de energia elétrica, pois as PCHs possuem um grande pacote de incentivos que as tornam um investimento muito lucrativo.

## **ABSTRACT**

Where such plants generating electricity, the PCHs are of significant importance for the enrichment of the matrix of electric power in Brazil and the state Santa Catarina. For new developments are well integrated into the sustainable development cause little negative impact on the environment and also for society in general.

Currently the PCHs are responsible for 2.9% of the electricity generated in Brazil, state of Santa Catarina PCHs represent 4.67% of capacity. This installment in the power generation will increase significantly in future due to the large number of ongoing projects (construction and granted by ANEEL). Currently the PCHs projects are highly sought after by investors of all sizes, and are also endorsed by state enterprises that operate in the area of electricity, because the PCHs have a great package of incentives that make a very lucrative investment.

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
1.1	Problemática .....	12
1.2	Objetivos .....	14
1.2.1	Geral .....	14
1.2.2	Específicos .....	14
1.3	Metodologia .....	15
1.4	Estrutura do trabalho .....	15
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>17</b>
2.1	Energia elétrica .....	17
2.2	Desenvolvimento energético sustentável .....	18
2.2.1	Energia limpa .....	18
2.2.2	Modelo de desenvolvimento limpo – MDL (Protocolo Kyoto) .....	20
2.3	Fontes alternativas de eletricidade .....	21
2.3.1	Usina Solar .....	21
2.3.2	Usina Eólica .....	23
2.3.3	Central Geotérmica .....	24
2.4	Tradicionais plantas industriais de geração de eletricidade .....	25
2.4.1	Usina hidrelétrica .....	25
2.4.2	Usina termelétrica .....	27
2.5	Confiabilidade do sistema elétrico .....	29
2.6	Pequena Central Hidrelétrica – PCH .....	29
2.6.1	Impactos ambientais das PCHs .....	31
2.7	Riscos Relativos ao Empreendimento .....	31
<b>3</b>	<b>SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO E AS PCHs .....</b>	<b>34</b>
3.1	Características da indústria de energia elétrica .....	34



3.2	Planejamento da expansão de eletricidade (PNE 2030 - EPE) .....	36
3.3	Capacidade de geração de eletricidade no Brasil.....	40
3.3.1	Capacidade instalada de energia elétrica por estado.....	43
3.3.2	Matriz de energia elétrica de Santa Catarina .....	46
3.4	Características das Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCHs .....	48
3.4.1	Centrais quanto à capacidade de regularização .....	49
3.4.2	Centrais quanto à potência instalada e quanto à queda de projeto .....	49
3.4.3	Vantagens e Benefícios das PCHs.....	49
3.4.4	Modernização e reativação de PCH no Brasil .....	50
<b>4</b>	<b>REFLEXOS DAS PCHs NA MATRIZ DE ENERGIA ELÉTRICA DO BRASIL E NO ESTADO DE SANTA CATARINA .....</b>	<b>52</b>
4.1	Introdução .....	52
4.2	O mercado das PCHs .....	52
4.3	Situação atual dos projetos de PCHs no Brasil.....	56
4.4	Posição de Santa catarina em relação aos estados com os maiores números de empreendimentos PCHs.....	57
4.5	Influência das PCHs na matriz de energia elétrica catarinense .....	62
4.5.1	Comparação das plantas geradoras de energia elétrica com as PCHs em SC .....	64
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>66</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>68</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2-1 - Energia eólica e solar são fontes limpas.....	19
Figura 2-2 – Usina termelétrica Candiota - Carvão.....	20
Figura 2-3 - Vista aérea de uma usina termo solar .....	22
Figura 2-4 - Usina solar em Serpa – Portugal .....	23
Figura 2-5 - Aerogerador: captação da energia dos ventos .....	24
Figura 2-6 – Esquema de funcionamento de uma central geotérmica.....	25
Figura 2-7 - Esquema de funcionamento de uma hidrelétrica.....	26
Figura 2-8 - Itaipu, a maior hidrelétrica do Brasil.....	27
Figura 2-9 - Usina Nuclear .....	28
Figura 2-10 - PCH Celso Ramos – Faxinal dos Guedes SC – Celesc .....	30
Figura 3-1 - Potência Instalada por estado .....	45
Figura 3-2 - Localização das PCHs em operação no Brasil – situação dez/2003 .....	46

## LISTA DE TABELAS

Tabela 3-1 - Mudanças do Setor Elétrico Brasileiro .....	36
Tabela 3-2 – Projeção consumo de energia elétrica na rede 2010-2014 (GWh).....	37
Tabela 3-3 – Plantas industriais geradoras de energia elétrica em operação no Brasil .....	41
Tabela 3-4 – Plantas industriais geradoras de energia elétrica em construção no Brasil .....	42
Tabela 3-5 – Plantas industriais geradoras de energia elétrica outorgadas pela ANEEL no Brasil .....	42
Tabela 3-6 – Capacidade Instalada por Estado (Usinas de divisa computadas em ambos os Estados) .....	43
Tabela 3-7 – Resumo da Capacidade de energia elétrica gerada em Santa Catarina .....	47
Tabela 3-8 – Classificação das PCH quanto à potência e quanto à queda de projeto .....	49
Tabela 4-1 – PCHs em operação, construção e outorgadas no Brasil .....	57
Tabela 4-2 – <i>Ranking</i> dos estados com maior potência energética total em PCHs.....	58
Tabela 4-3 – <i>Ranking</i> dos estados com maior potência energética em operação em PCHs.....	59
Tabela 4-4 – <i>Ranking</i> dos estados com maior potência energética em construção em PCHs.....	60
Tabela 4-5 – <i>Ranking</i> dos estados com maior potência energética em PCHs outorgadas .....	61
Tabela 4-6 – Capacidade de geração em SC conforme o tipo de usina.....	64
Tabela 4-7 – Capacidade de geração em SC em operação conforme o tipo de usina .....	65

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 3-1 – Percentual de energia elétrica por estado na matriz energética brasileira.....	44
Gráfico 3-2 – Matriz de energia elétrica catarinense.....	48
Gráfico 4-1 - <i>Ranking</i> dos estados com maior potência energética total em PCHs .....	58
Gráfico 4-2 - <i>Ranking</i> dos estados com maior potência em operação em PCHs .....	59
Gráfico 4-3 - Ranking dos estados com maior potência em construção em PCHs .....	60
Gráfico 4-4 - <i>Ranking</i> dos estados com maior potência energética outorgadas em PCHs.....	61
Gráfico 4-5 - Influência das PCHs na geração de energia do estado de Santa Catarina .....	62
Gráfico 4-6 – PCHs no estado de Santa Catarina.....	63
Gráfico 4-7– Influência das PCHs na matriz de energia elétrica do estado de Santa Catarina .....	64
Gráfico 4-8 – Capacidade de geração em SC conforme o tipo de usina .....	65

## CAPÍTULO I

### 1 INTRODUÇÃO

#### 1.1 Problemática

Foi com a produção de energia elétrica em usinas hidrelétricas a partir do fim do século 19 que deu início à eletrificação do mundo moderno. Com a evolução de novas tecnologias a geração de eletricidade passou a ser feita em usinas térmicas com a queima do carvão, uso dos derivados de petróleo e do gás natural, além o uso do átomo em usinas nucleares.

Para Álvares (1962), “O elemento físico da eletricidade tem o seu desenvolvimento, enquanto fenômeno físico, estudado pela eletrotécnica, que apresenta constantes progressos materiais, numa sucessão vertiginosa”.

Em condições favoráveis a hidroeletricidade é uma energia limpa e renovável, que transforma a força mecânica da água dos rios em eletricidade. Uma vez construída, uma usina hidrelétrica pode funcionar sem maiores problemas durante 40 a 50 anos, sem consumir combustível e operada por apenas algumas dezenas de técnicos. Assim foi introduzida na Europa e nos países industrializados, onde praticamente todos os aproveitamentos hidrelétricos possíveis foram feitos rapidamente.

Esse quadro tecnológico foi de fundamental importância tornando possível o desenvolvimento econômico que aumentou a qualidade de vida das populações. Embora os países tenham feito o aproveitamento da maioria das quedas dos rios para a geração de eletricidade, nem todos os aproveitamentos foram devidamente aproveitados nas condições consideradas imprescindíveis à manutenção do equilíbrio do ambiente, ainda existe um imenso potencial de aproveitamentos hidrelétricos a serem feitos (ELETROBRÁS, 1999).

No Brasil, a indústria de energia elétrica encontra-se em fase de expansão com diretrizes dirigidas para o aproveitamento das usinas de pequeno porte que são denominadas PChs ou Pequenas Centrais Hidroelétricas. Essas usinas consideradas importantes para o desenvolvimento econômico. Suas obras apresentam custos menos elevados em comparação aos custos de uma usina hidrelétrica de grande porte (UHE), tendo também um período menor de construção. Esses fatores permitem um retorno do investimento em um intervalo de tempo mais curto do que no caso de uma UHE (PORTAL PCH, 2009).

As PCHs têm menor impacto ambiental e social em relação a outras plantas industriais que produzem energia elétrica. As usinas termoeletricas normalmente queimam combustíveis fósseis para produzirem eletricidade, acarretando poluição e provocando danos no equilíbrio da atmosfera. No caso das chamadas UHEs ou usinas hidroelétricas de médio e grande porte seus reservatórios alagam grandes áreas, produzindo um grande impacto social e ambiental.

A reestruturação e os incentivos oferecidos ao setor privado trouxeram uma nova perspectiva, em virtude do elevado risco de déficit de energia e a conseqüente crise energética que acentuou a necessidade de diversificação da matriz energética nacional. Com isso, as PCHs passaram a se tornar um investimento bastante visado no cenário nacional. A repotencialização de antigas PCHs desativadas e a construção de novas atraíram o interesse privado que percebeu neste investimento grandes possibilidades de lucros, com alta rentabilidade e riscos minimizados pelas garantias pré-estabelecidas pelo governo federal.

Atualmente, têm-se as PCHs uma das principais alternativas para o enriquecimento da matriz energética brasileira, tanto pelas facilidades e incentivos que atraem a participação do interesse privado, quando na possibilidade de se obter uma taxa de lucratividade atrativa em relação a alguns tipos de investimentos na economia. A política energética do governo brasileiro visa aumentar a diversificação da matriz energética nacional, tendo em conta os princípios do desenvolvimento sustentável, cujas fontes alternativas de energia possam ser utilizadas sem afetar drasticamente o equilíbrio do meio ambiente.

As Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) são projetos de baixo impacto ambiental com menor volume de investimentos e potência limitada a 30 megawatts. São empreendimentos de simples concepção e operação, custo de transmissão reduzido, menor prazo de conclusão e maior facilidade na liberação de licenças ambientais. As PCHs são subsidiadas e tem tarifas diferenciadas, o que compensa o valor mais alto do megawatt/hora em relação às grandes usinas hidrelétricas e outras fontes de geração de energia. Os reservatórios têm menos de três quilômetros quadrados de área inundada, o que reduz os impactos ambientais. São usinas do tipo fio d água, sem capacidade de acumulação que em geral aproveitam as quedas já existentes dos rios. Podem ter potência entre 1 e 30 megawatts e estão praticamente todas conectadas ao sistema interligado, colaborando com mais de 2,5% da energia consumida no País (ELETROBRÁS, 1999).

No caso da economia catarinense as PCHs respondem por 4,67% da energia gerada no Estado. Mas a importância das PCHs, que representam mais de 2,9% do total de energia elétrica gerada no Brasil, multiplica-se a cada ano. Se hoje representa 4,67% da energia

elétrica gerada no Estado, este número percentual aumenta significativamente quando considerados os empreendimentos em construção. Neste cenário, as PCHs respondem por 6,72% do total de energia que será gerada. Se forem avaliadas as obras já outorgadas pela ANEEL à participação chega a 7,87%.

Minas Gerais é o estado com o maior número de PCHs em operação, com 83 empreendimentos e uma potência instalada de 489,9 megawatts (MW). Em seguida vem o Mato Grosso com 39 usinas e 443,9 MW. O terceiro no *ranking* é São Paulo com 39 PCHs e uma potência de 143,5 MW. Santa Catarina, embora tenha 33 usinas em operação, seis a menos do que SP, tem uma potência instalada superior, com 192,9 MW. Neste cenário o Estado de SC está em quarto lugar em número de empreendimentos em operação, mas fica em terceiro lugar se considerada a potência instalada (PORTAL PCH, 2008).

Embora as PCHs não sejam capazes de sozinhas, resolverem o problema energético do País, se destaca como alternativas de geração limpa. A implantação é rápida se comparada aos grandes empreendimentos que levam de quatro a seis anos para ficarem prontos.

Segundo a CELESC (2008), o universo é ainda maior. Antes da outorga da ANEEL ou das licenças ambientais, os empreendimentos pedem conexão com a rede da CELESC e existem mais de 200 estudos em andamento. A ELETROSUL também possui projetos de PCHs, mas nenhum contabilizado nos dados oficiais, porque ainda não estão nem em fase de outorga. O que eleva ainda mais o potencial de SC (PORTAL PCH, 2008).

Diante desse cenário e contexto apresentado é que foi possível realizar este projeto de pesquisa, oportunidade em que se buscou responder a seguinte pergunta: qual o papel da PCHs na economia brasileira e na economia de Santa Catarina?

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Geral**

Examinar o papel das PCHs na matriz elétrica brasileira e seus reflexos na economia catarinense.

### **1.2.2 Específicos**

a) Levantamento geral dos fundamentos da energia elétrica e do desenvolvimento energético sustentável;

b) Examinar as principais características das PCHs no Brasil no Estado de Santa Catarina.

### **1.3 Metodologia**

O procedimento adotado na execução deste trabalho de pesquisa levou em consideração um conjunto de atividades que tornaram possível a definição do tema pela sua relevância, pelo papel das PCHs na política e matriz energética dos países, em especial, do Brasil. Mas, também considera as delimitações que são naturais a este tipo de trabalho.

Para responder a pergunta de pesquisa definida previamente no Capítulo 1 optou-se pelo estudo de caso (YIN, 2005) ao selecionar-se as PCHs como um elemento vital para a economia brasileira e catarinense. Para esse fim fez-se uma investigação exploratória inicial do tema em referência, o que proporcionou um exame mais detalhado. Sua base de análise teve como referência a pesquisa bibliográfica feita em livros, dissertações, revistas, depoimentos e artigos publicados.

Ao se considerar o estudo das PCHs como um caso específico de Estudo de Caso (Op. Cit), levou-se em consideração que este método apresenta um potencial da pesquisa quando se deseja investigar um fenômeno contemporâneo dentro do seu contexto de vida real, dado que as fronteiras entre o fenômeno e o contexto são interligadas. Ele permite o aprofundamento da análise do tema escolhido e facilita o desenvolvimento da análise na compreensão dos fatos e não na sua mensuração.

O alvo do estudo deste trabalho objetiva, portanto, examinar o papel das PCHs com ênfase na análise de seus reflexos sobre a economia brasileira e catarinense, em particular, considerando as mudanças introduzidas no mercado de eletricidade a partir de 1995 quando se introduziu os fundamentos centrais da concorrência.

Com esse objetivo estabeleceu-se as seguintes etapas de trabalho: a) fase de definição e planejamento; b) seleção do tema que seria trabalhado; c) leitura de documentos, registros e arquivos; d) preparação, coleta e análise dos dados e informações.

### **1.4 Estrutura do trabalho**

O Capítulo 1 trata da problemática, dos objetivos, da metodologia e da estrutura do presente trabalho de pesquisa, com o objetivo de introduzirem os assuntos que foram abordados neste. O Capítulo 2 trata da fundamentação teórica. O Capítulo 3 relata as principais características do setor elétrico brasileiro e das PCHs, abordando o planejamento da



expansão da energia elétrica no Brasil, importância das PCHs na matriz de energia elétrica, dentre outros. O Capítulo 4 aborda os principais reflexos das PCHs na economia. O Capítulo 5 apresenta as principais conclusões encontradas no desenvolvimento deste trabalho.

## **CAPÍTULO II**

### **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

#### **2.1 Energia elétrica**

A energia elétrica é uma das formas de energia dentro de um sistema energético. Ela corresponde ao produto de uma diferença de potencial (volts) por uma corrente elétrica (ampères) pelo tempo (segundo) em que é fornecida. Para chegar ao consumidor final, depende de uma eficiente rede elétrica, composta por subestações abaixadoras e elevadoras, fios e torres de transmissão. Assumindo o papel de mercadoria, a energia pode ser objeto de relação jurídica, sendo considerada pela legislação vigente como bem móvel (POMPEU, 2006).

Ela é uma das formas de energia mais utilizadas no mundo. Pode ser gerada a partir de usinas hidrelétricas, usando o potencial energético da água; também pode ser produzida em usinas eólicas, aproveitando a energia dos ventos; em usinas termoeletricas, que funcionam a partir da queima de algum combustível seja de fontes limpas ou não; através de usinas termo solares, que gera a eletricidade a partir da energia do sol; por usinas termo nucleares, estas utilizam algum combustível nuclear para seu funcionamento; entre outras plantas industriais.

A energia elétrica é de fundamental importância para o desenvolvimento das sociedades atuais. Ela pode ser convertida para gerar luz, força para movimentar motores, indústrias, fazer funcionar diversos produtos elétricos e eletrônicos, entre uma enorme variedade de finalidades (ANEEL, 2005).

Quando a energia elétrica é produzida através das águas, do sol e do vento, é considerada uma forma de energia limpa, pois apresenta baixos índices de produção de poluentes em todas as fases de produção, distribuição e consumo. Também quando produzida através de alguns tipos de combustíveis, como os biocombustíveis, tem um menor impacto ambiental já que estes provem de fontes renováveis. A produção de energia elétrica a partir destas fontes esta inserida dentro de um novo modelo mundial de desenvolvimento conhecido como desenvolvimento sustentável (ENERGIA RENOVÁVEL, 2010).

## 2.2 Desenvolvimento energético sustentável

Desenvolvimento sustentável é um conceito sistémico que se traduz num modelo de desenvolvimento global que incorpora os aspectos de desenvolvimento ambiental (NPQ, 2010).

Ele procura satisfazer as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade das gerações futuras. Possibilitando que as pessoas, agora e no futuro, atinjam um nível satisfatório de desenvolvimento social e económico e de realização humana e cultural, fazendo, ao mesmo tempo, um uso razoável dos recursos da terra e preservando as espécies e os habitats naturais (WWF BRASIL, 2010).

O desenvolvimento sustentável para ser alcançado depende de um bom planeamento e do reconhecimento de que os recursos naturais são finitos. Esse conceito representou uma nova forma de desenvolvimento económico, que leva em conta o meio ambiente.

Entretanto, desenvolvimento é confundido com crescimento económico, que depende do consumo crescente de energia e recursos naturais. Esse tipo de desenvolvimento tende a ser insustentável, pois ocorre o esgotamento dos recursos naturais dos quais a humanidade depende.

Atividades económicas podem ser encorajadas em favor dos recursos naturais dos países, pois o próprio crescimento económico depende destes recursos naturais. O desenvolvimento sustentável sugere, de fato, qualidade em vez de quantidade, com a redução do uso de matérias-primas e produtos, e o aumento da reutilização e da reciclagem (WWF Brasil, 2010).

### 2.2.1 Energia limpa

Energia limpa é a forma de energia que não polui o meio ambiente. Como exemplo de energia limpa tem-se: a energia eólica que é gerada pelas correntes de ventos; a energia solar proveniente do sol; a energia hidráulica fornecida através da movimentação das águas. Estas três fontes energéticas são as mais conhecidas e utilizadas em se tratando de energia limpa. Também é considerada uma energia renovável já que provem de fontes inesgotáveis (ONS, 2010).

A

Figura 2-1 apresenta imagem de um aerogerador (energia eólica) e painéis solares para geração de energia.

Figura 2-1 - Energia eólica e solar são fontes limpas



Fonte: GOOGLE, 2010

A energia hidráulica ou energia hídrica é a energia obtida a partir da energia potencial de uma massa de água. A forma na qual ela se manifesta na natureza é nos fluxos de água, como rios e lagos e pode ser aproveitada por meio de um desnível ou queda d'água. Pode ser convertida na forma de energia mecânica através de turbinas hidráulicas ou moinhos de água. As turbinas por sua vez podem ser usadas como acionamento de um equipamento industrial, como um compressor, ou de um gerador elétrico, com a finalidade de prover energia elétrica para uma rede de energia (ENERGY, 2010).

É necessário que haja um fluxo de água para que a energia seja gerada de forma contínua no tempo, por isto embora se possa usar qualquer reservatório de água, como um lago, deve haver um suprimento de água ao lago, caso contrário haverá redução do nível e com o tempo a diminuição da potência gerada. As represas (barragens) são nada mais que lagos artificiais, construídos num rio, permitindo a geração contínua (ENERGY, 2010).

A energia eólica é a energia que provém do vento. O termo *eólico* vem do latim *aeolicus*, pertencente ou relativo a Éolo, deus dos ventos na mitologia grega e, portanto, pertencente ou relativo ao vento. Desde a antiguidade este tipo de energia é utilizado pelo homem, principalmente nas embarcações e moinhos. Atualmente, a energia eólica, embora pouco utilizada, é considerada uma importante fonte de energia por se tratar de uma fonte limpa (ENERGY, 2010).

A Energia solar é a designação dada a qualquer tipo de captação de energia luminosa e, em certo sentido, da energia térmica proveniente do sol, e posterior transformação dessa

energia captada em alguma forma utilizável pelo homem, seja directamente para aquecimento de água ou ainda como energia eléctrica ou mecânica (ENERGY, 2010).

### 2.2.2 Modelo de desenvolvimento limpo – MDL (Protocolo Kyoto)

O Protocolo de Kyoto é um instrumento internacional, ratificado em 15 de março de 1998, que visa reduzir as emissões de gases poluentes. Estes gases são responsáveis pelo efeito estufa e o aquecimento global. O Protocolo de Kyoto entrou oficialmente em vigor no dia 16 de fevereiro de 2005, após ter sido discutido e negociado em 1997, na cidade de Kyoto, Japão.

No documento, há um cronograma em que os países são obrigados a reduzir, em 5,2%, a emissão de gases poluentes, entre os anos de 2008 e 2012, primeira fase do acordo. Os gases citados no acordo são: dióxido de carbono, gás metano, óxido nitroso, hidrocarbonetos fluorados, hidrocarbonetos perfluorados e hexafluoreto de enxofre. Estes últimos três são eliminados principalmente por indústrias (GREENPEACE, 2010).

A Figura 2-2 apresenta uma visão geral de uma termelétrica a carvão, Usina Termelétrica Candiota.

Figura 2-2 – Usina termelétrica Candiota - Carvão



Fonte: GOOGLE, 2010

A emissão destes poluentes deve ocorrer em vários setores econômicos e ambientais. Os países devem colaborar entre si para atingirem as metas. O protocolo sugere ações comuns como, por exemplo:

- aumento no uso de fontes de energias limpas como os bicomcombustíveis, energia eólica, biomassa, solar e hidráulica onde estão inseridas as PCHs; proteção de florestas e outras áreas verdes;
- otimização de sistemas de energia e transporte, visando o consumo racional; diminuição das emissões de metano, presentes em sistemas de depósito de lixo orgânico;
- definição de regras para a emissão dos créditos de carbono (certificados emitidos quando há a redução da emissão de gases poluentes).

Os especialistas em clima e em meio ambiente esperam que o sucesso do Protocolo de Kyoto possa diminuir a temperatura global entre 1,5 e 5,8° C até o final do século XXI. Desta forma, o ser humano poderá evitar as catástrofes climáticas de alta intensidade que estão previstas para o futuro (WWF-BRASIL, 2010).

## **2.3 Fontes alternativas de eletricidade**

### **2.3.1 Usina Solar**

A usina solar é capaz de produzir energia elétrica a partir da energia solar. A usina termo solar é termoeleétrica que diferentemente das outras térmicas não causa nenhum tipo de poluição, já que esta utiliza uma fonte de energia limpa. Sua configuração mais comum é de um conjunto de espelhos móveis espalhados por uma ampla área plana e desimpedidos de obstruções de captação do sol, que apontam todos para um mesmo ponto, situados no alto de uma torre. Neste ponto, canalizações de água são aquecidas pela incidência da luz solar refletida, produzindo vapor movendo uma turbina que aciona um gerador de energia elétrica (ENERGY, 2010).

A Figura 2-3 apresenta vista de usina termo solar de Solana, no estado norte-americano do Arizona.

Figura 2-3 - Vista aérea de uma usina termo solar



Fonte: GOOGLE, 2010

A usina solar é uma forma de obtenção de energia ecológica, pois capta a luz do Sol e a transforma em energia, sem causar danos ao meio ambiente, apesar de exigir que o local de sua instalação seja aplainado e liberado de obstáculos. Geralmente suas instalações se situam em regiões ensolaradas, de pouca nebulosidade. Por vezes se situam em clima seco, onde não existe volume de água suficiente, para manter em funcionamento uma hidrelétrica convencional. (ONS, 2010)

Porém esta usina não funciona a noite, e ao nascer do Sol e no poente, sua eficiência cai drasticamente, diminuindo o seu fator de capacidade. Sua utilização ainda é apenas relegada a um segundo plano, apenas fornecendo energia elétrica suplementar a redes de distribuição.

O armazenamento de energia elétrica produzida durante o dia em baterias é ainda relativamente pouco eficiente e faz o uso de grande quantidade de baterias e estas possuem vida limitada e devem ser recicladas para evitar a contaminação do meio ambiente.

Uma outra forma de se obter energia elétrica a partir da luz solar é por meio de painéis recobertos com células fotoelétricas. Porém de pouca eficiência, já que a energia elétrica produzida não chega a valores expressíveis. Este tipo de usina pode ser viável para pequenos consumidores.

A Figura 2-4 apresenta as placas solares da Usina de Serpa em Portugal.

Figura 2-4 - Usina solar em Serpa – Portugal



Fonte: GOOGLE, 2010

Existem planos teóricos de captar a energia do Sol diretamente do espaço e enviá-la à Terra através de satélites solares, porém de alto custo e atualmente é economicamente inviável.

### 2.3.2 Usina Eólica

A usina eólica utiliza a energia dos ventos (energia eólica) para mover aerogeradores, que são grandes turbinas colocadas em lugares de muito vento. Essas turbinas têm a forma de um catavento ou um moinho. Esse movimento, através de um gerador, produz energia elétrica. Precisam agrupar-se em parques eólicos, concentrações de aerogeradores, necessários para que a produção de energia se torne rentável, mas podem ser usados isoladamente, para alimentar localidades remotas e distantes da rede de transmissão. É possível ainda a utilização de aerogeradores de baixa tensão quando se trata de requisitos limitados de energia elétrica (REVISTA ELETRICIDADE MODERNA, 2000).

A energia eólica pode ser considerada uma das mais promissoras fontes naturais de energia, principalmente porque é renovável, ou seja, não se esgota, limpa, amplamente distribuída globalmente e, se utilizada para substituir fontes de combustíveis fósseis, auxilia na redução do efeito estufa. Ela também não consome água, que é um bem cada vez mais escasso e que também tende a ficar cada vez mais controlado. Em países com uma malha hidrográfica pequena, a energia eólica passa a ter um papel fundamental já nos dias atuais, como talvez a única energia limpa e eficaz nesses locais. Além da questão ambiental, as turbinas eólicas possuem a vantagem de poderem ser utilizadas tanto em conexão com redes



elétricas como em lugares isolados, não sendo necessário a implementação de linhas de transmissão (UNESP, 2010).

Atualmente apenas 1% da energia elétrica no mundo é gerada por usinas eólicas, mas seu potencial para exploração é muito grande (ANEEL, 2005).

Um exemplo de aerogerador pode ser visto na Figura 2-5.

Figura 2-5 - Aerogerador: captação da energia dos ventos



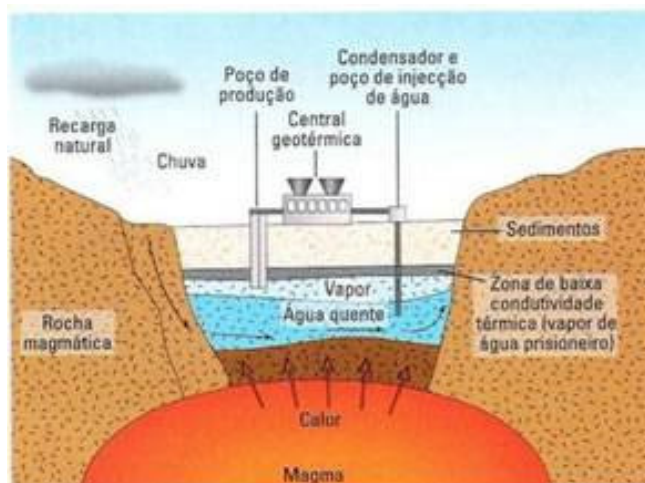
Fonte: UNESP, 2010

### 2.3.3 Central Geotérmica

Também é classificada como uma usina termoeletrica só que esta se utiliza do calor gerado nas camadas profundas da crosta terrestre, que em algumas regiões, a temperatura pode superar 5.000°C. O funcionamento destas usinas consiste em injetar água até uma camada profunda da crosta terrestre, fazendo o líquido voltar com pressão capaz de girar as turbinas. As usinas podem utilizar este calor para acionar turbinas elétricas e gerar energia. Ainda é pouco utilizada pois seu custo de implantação é muito elevado (BRASIL ESCOLA, 2010).

A Figura 2-6 apresenta um esquema do funcionamento de uma central geotérmica.

Figura 2-6 – Esquema de funcionamento de uma central geotérmica



Fonte: BRASIL ESCOLA, 2010

Os aspectos positivos desse tipo de energia são: emissão de gases poluentes ( $\text{CO}_2$  e  $\text{SO}_2$ ) é praticamente nula, não intensificando o efeito de estufa, diferentemente dos combustíveis de origem fóssil; a área necessária para a instalação da usina é pequena; pode abastecer comunidades isoladas (UNESP, 2010).

Já os aspectos negativos: ela é uma energia muito cara e pouco rentável, pois necessita de altos investimentos estruturais e sua eficiência é baixa; pode ocasionar o esgotamento do campo geotérmico; o calor perdido aumenta a temperatura do ambiente; ocorre a emissão de ácido sulfídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ), extremamente corrosivo e nocivo à saúde (UNESP, 2010).

## 2.4 Tradicionais plantas industriais de geração de eletricidade

### 2.4.1 Usina hidrelétrica

Usina hidrelétrica ou central hidroelétrica é um complexo arquitetônico, um conjunto de obras e de equipamentos, que tem por finalidade produzir energia elétrica através do aproveitamento do potencial hidráulico existente em um rio (UNESP, 2010).

As centrais hidrelétricas geram, como todo empreendimento energético, alguns tipos de impactos ambientais como o alagamento das áreas vizinhas, aumento no nível dos rios, em algumas vezes pode mudar o curso do rio represado, podendo, ou não, prejudicar a fauna e a flora da região. Todavia, é ainda uma forma de se gerar energia elétrica mais barata do que outras plantas industriais como a usina termo nuclear e menos agressiva ambientalmente do

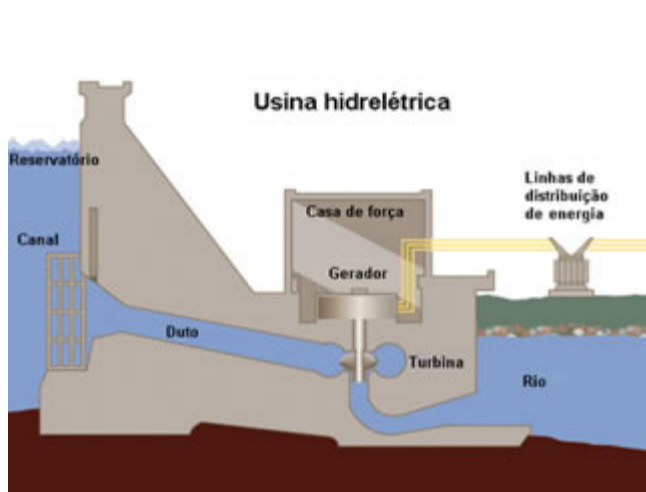
que as usinas termoeletricas a petróleo ou a carvão, por exemplo, pois a energia hidráulica é considerada uma fonte limpa. A viabilidade técnica de cada caso deve ser analisada individualmente por especialistas em engenharia ambiental e especialista em engenharia hidráulica, que geralmente para seus estudos e projetos utilizam modelos matemáticos, modelos físicos e modelos geográficos (ENERGY, 2010).

O cálculo da potência instalada de uma usina hidrelétrica é efetuado através de estudos energéticos que são realizados por engenheiros mecânicos, eletricitistas e civis.

A usina hidrelétrica funciona convertendo a energia hidráulica em energia mecânica através de uma turbina hidráulica. A energia mecânica por sua vez é convertida em energia elétrica por meio de um gerador, passando por transformadores que a preparam para ser transmitida para uma ou mais linhas de transmissão que é interligada à rede de distribuição. A Figura 2-7 apresenta o esquema de funcionamento de uma hidrelétrica.

Um sistema elétrico de energia é constituído por uma rede interligada por linhas de transmissão (transporte). Nessa rede estão ligadas as cargas (pontos de consumo de energia) e os geradores (pontos de produção de energia). Uma central hidrelétrica é uma instalação ligada à rede de transporte que injeta uma porção da energia solicitada pelas cargas (GTD, 2010).

Figura 2-7 - Esquema de funcionamento de uma hidrelétrica



Fonte: ENERGY, 2010

Figura 2-8 - Itaipu, a maior hidrelétrica do Brasil



Fonte: GOOGLE, 2010

A classificação das usinas hidrelétricas segundo a ELETROBRÁS (2000, p. 2) é descrita da seguinte maneira: grandes centrais hidrelétricas (GCH), acima de 50 MW de potência; médias centrais hidrelétricas (UHEs), de 30 a 50 MW; PCHs, de 1 a 30 MW; mini central (mCH), de 100 a 1.000 kilowatts (0,1 a 1 MW); micro central (mCH), de 20 a 100 kW (ou 0,02 a 0,10 MW); e pico central (pCH), até 20 kW (ou 0,02 MW).

## 2.4.2 Usina termelétrica

É uma instalação industrial usada para geração de eletricidade a partir da energia liberada em forma de calor, normalmente por meio da combustão de algum tipo de combustível renovável ou não renovável (SOBIOLOGIA, 2010).

Há vários tipos de usinas termoelétricas, sendo que os processos de produção de energia são praticamente iguais porém com combustíveis diferentes. As mais utilizadas são: Usina a óleo; Usina a gás natural; Usina a carvão; Usina nuclear.

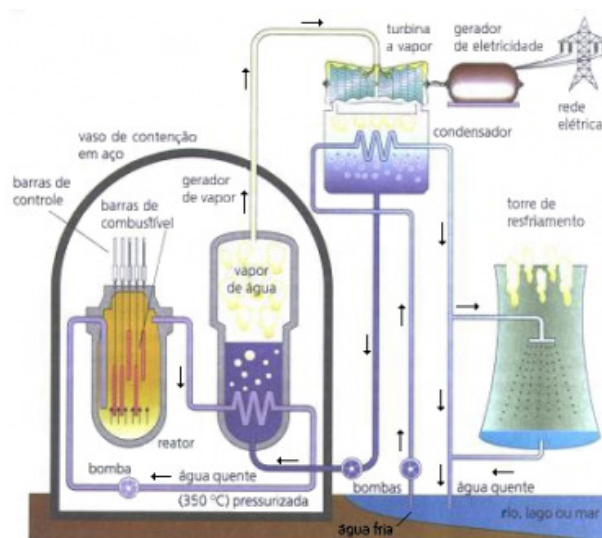
Essas usinas funcionam da seguinte maneira. Primeiramente aquece-se uma caldeira com água, essa água será transformada em vapor, cuja força irá movimentar as pás de uma turbina que por sua vez movimentará um gerador.

Uma maneira de se aquecer o caldeirão é através da queima de combustíveis fósseis (óleo, carvão, gás natural). Após a queima eles são soltos na atmosfera causando grandes impactos ambientais (INFOESCOLA, 2010).

Outra forma de se aquecer a água da caldeira é utilizando a energia nuclear, através de reações nucleares como a quebra (fissão) do urânio.

Após o vapor ter movimentado as turbinas ele é enviado a um condensador para ser resfriado e transformado em água líquida para ser reenviado ao caldeirão novamente, para um novo ciclo (Figura 2-9). Esse vapor pode ser resfriado utilizando água de um rio, um lago ou um mar, mas causa danos ecológicos devido ao aquecimento da água e consequentemente uma diminuição do oxigênio. Outra maneira de resfriar esse vapor é utilizando água armazenada em torres, por sua vez esta água é enviada em forma de vapor a atmosfera, alterando o regime de chuvas (ANEEL, 2005).

Figura 2-9 - Usina Nuclear



Fonte: INFOESCOLA, 2010

A termoeletricidade é causadora de muitos impactos ambientais, elas contribuem para o aquecimento global através do efeito estufa e da chuva ácida. A queima de gás natural, combustíveis fósseis lança na atmosfera grandes quantidades de oxidantes e redutores, que se entrar em contato com o ser humano, pode acarretar doenças; além de ser um combustível que não se renova (INFOESCOLA, 2010).

As vantagens das usinas termoeletricas é que podem ser construídas próximas a centros urbanos, diminuindo as linhas de transmissões e desperdiçando menos energia.

As usinas termonucleares são casos distintos de usinas térmicas, que tem como vantagens: reservas de minérios com potencial nuclear são muito maiores que as reservas de combustíveis fósseis; comparada as termoeletricas que queimam combustíveis fósseis a usina termonuclear requer menores áreas; as usinas termonucleares possibilitam maior independência energética para os países importadores de petróleo e gás; não contribuem para o efeito estufa (ANEEL, 2005).

De acordo com ANEEL (2005) os aspectos negativos das usinas nucleares são: os custos de construção e operação das usinas são muito altos; possibilidade de construção de armas nucleares; destinação do lixo atômico; acidentes que resultam em liberação de material radioativo.

## **2.5 Confiabilidade do sistema elétrico**

Sistemas Elétricos desempenham funções essenciais nas sociedades desenvolvidas, a confiabilidade do suprimento de energia é fator decisivo para o funcionamento da indústria, serviços e infraestrutura social mínima. Depende do desempenho adequado de complexos sistemas de geração, transmissão e distribuição de energia, os quais utilizam muitos equipamentos, distribuídos em muitas instalações (TECNIX, 2010).

Hoje em dia os sistemas elétricos de potência representam as maiores e mais complexas máquinas já construídas pelo homem, exigindo técnicas e estudos cada vez mais precisos e refinados para construir, manter e operar esta máquina. Além disso, eles estão expostos a condições adversas e imprevisíveis que podem levar a situações de falha ou má operação.

A partir da privatização das concessionárias de energia elétrica, que resultaram em flexibilização e regulamentação dessas pela ANEEL, vem crescendo a exigência para que as concessionárias busquem cada vez mais melhorar seus padrões de qualidade, confiabilidade e continuidade no fornecimento.

Os consumidores, indústrias e equipamentos eletro-eletrônicos também estão ficando cada dia mais exigentes e sensíveis, de modo que para atender os anseios desse ascendente mercado faz-se necessário um aumento nos investimentos em pesquisa e desenvolvimento de novas técnicas, estudos e tecnologias visando melhorar o fornecimento de energia e suprir todas as expectativas (TECNIX, 2010).

## **2.6 Pequena Central Hidrelétrica – PCH**

PCH é toda usina hidrelétrica de pequeno porte cuja capacidade instalada seja inferior a 30 MW e com reservatório até três quilômetros quadrados (ELETROBRÁS, 1999).

Uma PCH possui geralmente uma pequena barragem que desvia o curso do rio para o canal de adução. Como a barragem é de desvio e, por conseguinte pequena, com altura suficiente apenas para permitir a entrada de água no canal, o reservatório formado é pequeno, logo pouca água é armazenada (UNIFEI, 2009).

Figura 2-10 - PCH Celso Ramos – Faxinal dos Guedes SC – Celesc



Fonte: PANORAMIO, 2010

Assim, devido à baixa quantidade de água acumulada, é muito comum que uma PCH opere a fio d'água. Neste tipo de operação, a central trabalha de acordo com o volume de água disponível no rio, ou seja, se o volume de água trazido pelo rio não é suficiente para a operação da central no patamar de potência anterior, há uma redução da potência de geração.

Por outro lado, quando o volume de água no rio é maior que o necessário para a geração de energia na máxima potência de geração, a água que sobra passa por cima da barragem através dos vertedouros e segue pelo curso natural do rio sem passar pelas máquinas.

Esta estrutura possui a vantagem de causar baixo impacto ambiental devido à pequena área alagada. Porém, apresenta o problema de não poder armazenar água excedente do período de chuvas para utilização no período seco, pois isto requer um grande reservatório.

Conforme as diretrizes preconizadas pela ELETROBRÁS (2000) para os estudos e projetos de pequenas centrais hidrelétricas as barragem de PCH devem possuir uma ou mais comportas de fundo (desarenadoras), que são utilizadas para: permitir a saída de um percentual da vazão total do rio denominada vazão remanescente; permitir a passagem de água excedente durante as cheias, diminuindo a espessura da lâmina de água sobre os vertedouros; permitir a descarga de areia do reservatório, amenizando os problemas de assoreamento.

A vazão remanescente é uma exigência ambiental, que sendo necessária para manter o curso original do rio e o ecossistema local.

A diminuição da espessura da lâmina de água sobre os vertedouros evita o alagamento indesejável de outras estruturas da barragem.

A descarga de areia do reservatório diminui o assoreamento que ocorre em virtude do material trazido pelo rio.

As descargas de fundo devem ser programadas com o IBAMA, sendo esta uma exigência da legislação.

### 2.6.1 Impactos ambientais das PCHs

Apesar de menores do que os causados pelas UHEs os impactos causados pela construção de PCHs devem ser bem documentados, estes impactos estão relacionados ao tamanho, volume, tempo de retenção do reservatório, localização geográfica e localização no continuum do rio. Os principais impactos detectados são: inundação de áreas agricultáveis; perda de vegetação e da fauna terrestres; interferência na migração dos peixes; mudanças hidrológicas a jusante da represa; alterações na fauna do rio; interferências no transporte de sedimentos; aumento da distribuição geográfica de doenças de veiculação hídrica; perdas de heranças históricas e culturais, alterações em atividades econômicas e usos tradicionais da terra; problemas de saúde pública, devido à deterioração ambiental; perda da biodiversidade, terrestre e aquática; efeitos sociais por realocação (NILTON, 2009).

Todas estas alterações podem resultar de efeitos diretos ou indiretos, produzindo efeitos e impactos cumulativos, transformando inteiramente as condições biogeofísicas, econômicas e sociais de toda a área.

Nem todos os efeitos da construção de uma PCH são negativos. Devem-se considerar também muitos efeitos positivos como: produção de energia: hidroeletricidade; retenção de água regionalmente; aumento do potencial de água potável e de recursos hídricos reservados; criação de possibilidades de recreação e turismo; aumento do potencial de irrigação; aumento e melhoria da navegação e transporte; aumento da produção de peixes e da possibilidade de aquicultura; regulação do fluxo e inundações; aumento das possibilidades de trabalho para a população local (NILTON, 2009).

## 2.7 Riscos Relativos ao Empreendimento

Dos riscos relativos a este tipo de empreendimento, Bonomi e Malvessi (2004) destacam o risco geológico, risco hidrológico, risco arqueológico, riscos de construção e riscos de operação e manutenção.

“O risco geológico na construção de uma usina hidrelétrica consiste no encarecimento das escavações para a construção da barragem devido à presença de algum



material ou situação do solo diverso do previsto nas sondagens” (BONOMI e MALVESSI, 2004, p. 126). Sendo assim, algumas características do solo que não foram previstas nos estudos geológicos, podem dificultar as obras civis e conseqüentemente aumentar os custos de implantação do empreendimento.

Há riscos hidrológicos para um empreendimento durante a construção e após a construção. Durante a construção, o risco é de vazão superior durante a formação de ensecadeiras e de a vazão ser inferior à calculada estatisticamente durante o período comercial. Normalmente, são utilizados bancos de dados sobre o regime das águas ao longo de 50 anos. A capacidade de geração de energia elétrica de uma usina é limitada pela disponibilidade de água, em função do volume armazenado no reservatório e das chuvas (BONOMI e MALVESSI, 2004, p. 126 - 127).

Como os riscos hidrológicos influenciam diretamente a capacidade de geração de energia, obviamente este risco será refletido à capacidade do empreendimento em gerar receitas.

“O risco arqueológico consiste na descoberta de fósseis e sítios arqueológicos na área da construção ou do reservatório, que pode provocar o atraso na implantação e aumento dos investimentos quando determina modificações no projeto” (BONOMI e MALVESSI, 2004, p. 127).

Nos dois casos, o investidor é prejudicado, uma vez que, ou as entradas de receitas atrasam, ou sua rentabilidade é diminuída em virtude do aumento dos custos de implantação.

Quanto aos riscos de construção, são os riscos que podem ocorrer durante a construção do empreendimento, envolvendo aspectos como: capacidade financeira do construtor para finalizar o projeto; atraso para a finalização do projeto; falha do construtor em fazer o que foi garantido no contrato de construção (BONOMI e MALVESSI, 2004, p. 72-73).

Os riscos de operação e manutenção, conforme Bonomi e Malvessi (2004, p. 127), consistem em acidentes ocorridos durante a operação:

- risco de danos materiais e/ou pessoais provocados a terceiros;
- risco de danos causados por atos da natureza;
- risco de erros dos operadores e risco de perda de resultado em decorrência de acidentes ou greves.

Estes riscos podem ser mitigados sendo previstos nos termos de contrato de Operação e Manutenção entre os proprietários do empreendimento e a empresa contratada para ficar responsável pela operação e manutenção do mesmo.

## CAPÍTULO III

### 3 SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO E AS PCHs

#### 3.1 Características da indústria de energia elétrica

A partir de 1995 o setor elétrico brasileiro passou por uma completa reestruturação institucional e regulamentar, marcada pela introdução da livre competição nos seguimentos de geração e comercialização, com a inserção de novos agentes, e pela garantia de livre acesso na prestação dos serviços de energia elétrica. Como decisão de governo essa adequação teve como objetivos principais a redução do papel do Estado nas funções empresariais, à privatização das empresas existentes e a licitação de expansão, com atração do capital privado, o estabelecimento e fortalecimento institucional dos órgãos reguladores (ANEEL, 2003, p.13).

As mudanças adotadas no processo de reestruturação da indústria de energia elétrica levaram a criação da Agencia Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, a desverticalização das empresas elétricas em quatro tipos de negócios: geração, transmissão, distribuição e comercialização, a instalação de um modelo comercial competitivo, a criação do Produtor Independente de Energia Elétrica - PIE<sup>1</sup> e do Consumidor Livre<sup>2</sup> (ou cliente livre), bem como do Mercado Atacadista de Energia Elétrica – MAE.

A garantia do livre acesso às redes de transmissão e de distribuição, com a definição da Rede Básica de Transmissão e do Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS: Para que haja novas fontes de geração de energia é necessário que também exista uma bem estruturada rede de linhas de transmissão para disponibilizar toda energia gerada ao mercado consumidor. Com a garantia ao livre acesso, todos os PIE ou Consumidores Livres já têm o direito de transportar sua energia, mediante o pagamento de uma tarifa de uso da transmissão.

A transição do ambiente regulado para o competitivo, com o estabelecimento dos Contratos Iniciais: Um dos principais objetivos desse novo modelo é obter recursos financeiros necessários para o aumento da produção de energia. Desta forma o governo

---

<sup>1</sup> Produtor Independente de Energia Elétrica – PIE : pessoa jurídica ou consórcio de empresas titular de concessão, permissão ou autorização para produzir energia elétrica destinada ao comércio de toda ou parte da energia produzida, por sua conta e risco (CCEE, 2010).

<sup>2</sup> Consumidor Livre: Aquele que, atendido em qualquer tensão, tenha exercido a opção de compra de energia elétrica, conforme definida nos arts. 15 e 16 da Lei nº 9.074, de 7 de julho de 1995. Consumidor que adquire energia elétrica de qualquer fornecedor, conforme legislação e regulamentos específicos (CCEE, 2010).

buscou recursos na iniciativa privada e cedeu espaço para a mesma operar e expandir o sistema elétrico brasileiro.

A partir de 2004 este novo modelo, instituiu a Empresa de Pesquisa Energética – EPE, o Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico – CMSE e a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica – CCEE que substituiu o Mercado Atacadista de Energia – MAE. Quanto à comercialização, foram instituídos o Ambiente de Contratação Regulada (ACR), do qual participam Agentes de Geração e de Distribuição de energia elétrica, e o Ambiente de Contratação Livre (ACL), do qual participam: Agentes de Geração<sup>3</sup>; Comercialização<sup>4</sup>; Importadores e Exportadores de energia; e Consumidores Livres. Essas mudanças permitiram que a produção de energia elétrica passasse a ser realizada pelo setor público e pelo setor privado na forma de produtor independente ou autoprodutor<sup>5</sup>.

As principais mudanças do Setor Elétrico Brasileiro podem ser vistas no quadro comparativo a seguir:

---

<sup>3</sup> Agente de geração: Titular de autorização, concessão ou permissão para fins de geração de energia elétrica (CCEE, 2010).

<sup>4</sup> Agentes de comercialização: Titular de autorização, concessão ou permissão para fins de realização de operações de compra e venda de energia elétrica na Câmara de Comercialização de Energia Elétrica – CCEE (CCEE, 2010).

<sup>5</sup> Auto produtor: Titular de concessão, permissão ou autorização para produzir energia elétrica destinada ao seu uso exclusivo, podendo comercializar eventual excedente de energia, desde que autorizado pela ANEEL (CCEE, 2010).

Tabela 3-1 - Mudanças do Setor Elétrico Brasileiro

Modelo Antigo (até 1995)	Modelo de Livre Mercado (1995 a 2003)	Novo Modelo (2004)
Financiamento através de recursos públicos	Financiamento através de recursos públicos e privados	Financiamento através de recursos públicos e privados
Empresas verticalizadas	Empresas divididas por atividade: geração, transmissão, distribuição e comercialização	Empresas divididas por atividade: geração, transmissão, distribuição, comercialização, importação e exportação.
Empresas predominantemente Estatal	Abertura e ênfase na privatização das Empresas	Convivência entre Empresas Estatais e Privadas
Monopólios - Competição inexistente	Competição na geração e comercialização	Competição na geração e comercialização
Consumidores Cativos	Consumidores Livres e Cativos	Consumidores Livres e Cativos
Tarifas reguladas em todos os segmentos	Preços livremente negociados na geração e comercialização	No ambiente livre: Preços livremente negociados na geração e comercialização. No ambiente regulado: leilão e licitação pela menor tarifa
Mercado Regulado	Mercado Livre	Convivência entre Mercados Livre e Regulado
Planejamento Determinativo - Grupo Coordenador do Planejamento dos Sistemas Elétricos (GCPS)	Planejamento Indicativo pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE)	Planejamento pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE)
Contratação: 100% do Mercado	Contratação: 85% do mercado (até agosto/2003) e 95% mercado (até dez./2004)	Contratação: 100% do mercado + reserva
Sobras/déficits do balanço energético rateados entre compradores	Sobras/déficits do balanço energético liquidados no MAE	Sobras/déficits do balanço energético liquidados na CCEE. Mecanismo de Compensação de Sobras e Défis (MCSD) para as Distribuidoras.

Fonte: CCEE, 2010

### 3.2 Planejamento da expansão de eletricidade (PNE 2030 - EPE)

O Plano Nacional de Energia – PNE 2030 é o primeiro estudo de planejamento integrado dos recursos energéticos realizado no âmbito do Governo brasileiro. Conduzidos pela Empresa de Pesquisa Energética – EPE em estreita vinculação com o Ministério de Minas e Energia – MME, os estudos do PNE 2030 originaram a elaboração de quase uma centena de notas técnicas. O trabalho fornece os subsídios para a formulação de uma estratégia de expansão da oferta de energia econômica e sustentável com vistas ao atendimento da evolução da demanda, segundo uma perspectiva de longo prazo (EPE, 2007).

O desenvolvimento dos trabalhos foi conduzido incorporando-se a necessária participação de importantes elementos da sociedade, com divulgação pública para esse tipo de estudo e ampla cobertura dos principais meios de comunicação. Além do ineditismo dos trabalhos realizados a cerca do PNE 2030.

O PNE 2030 se constitui em estudo pioneiro no Brasil realizado por um ente governamental. É a primeira vez no país, no âmbito do Governo, que se desenvolve um

estudo de planejamento de longo prazo de caráter energético, cobrindo não somente a questão da energia elétrica, como também dos demais energéticos, notadamente petróleo, gás natural e biomassa. As referências anteriores disponíveis no âmbito de entidades de Governo são os estudos da Petrobras, na área de petróleo e gás, e da Eletrobrás, como coordenadora do extinto Grupo Coordenador do Planejamento dos Sistemas Elétricos – GCPS, na área de eletricidade.

O PNE 2030 surge como uma referência nova e esperada, cumprindo um papel há muito reclamado por toda a sociedade. A EPE, como condutora dos estudos do PNE 2030, contribui de forma decisiva para a recuperação do processo de planejamento energético nacional, recuperação esta colocada, desde sempre, como objetivo indispensável pelo Ministério de Estado de Minas e Energia. Além disso, a conclusão dos estudos na forma e no prazo propostos reafirma o acerto na criação da EPE e consolida a instituição como referência do planejamento setorial.

A Tabela 3-2 apresenta a projeção de consumo de energia elétrica para os próximos anos. Segundo a EPE (2010) deve haver um aumento no consumo de energia elétrica de 5,3% ao ano, considerando todas as classes de consumo, esta projeção se estende até 2014. Esta perspectiva de aumento no consumo de energia elétrica abre as portas para novos investimentos na área.

Tabela 3-2 – Projeção consumo de energia elétrica na rede 2010-2014 (GWh)

CONSUMO TOTAL	2010	2011	2012	2013	2014	2010-2014 (% a.a.)
	411.791	431.559	453.191	483.293	505.552	5,3
<i>Projeção por classe de consumo</i>						
Residencial	104.432	108.433	113.596	120.912	126.425	4,9
Industrial	181.655	191.433	201.099	214.074	223.147	5,3
Comercial	67.950	71.992	76.455	82.516	87.598	6,6
Outras classes	57.754	59.701	62.042	65.792	68.382	4,3
<i>Projeção por subsistema interligado</i>						
Norte	28.112	30.873	32.388	41.051	43.318	11,4
Nordeste	59.465	62.272	65.444	68.825	72.372	5,0
Sudeste - CO	253.172	264.335	278.184	293.024	306.125	4,9
Sul	71.042	74.079	77.175	80.393	83.737	4,2

Fonte: EPE – PNE 2030, 2010

A Tabela 3-2 considera interligação do sistema Acre-Rondônia a partir dos últimos dias de outubro de 2009 e a interligação do sistema Tucuruí-Macapá-Manaus em janeiro de 2013. Observa-se o elevado crescimento do consumo no subsistema Norte, o qual está, em grande medida, influenciado pela interligação do sistema Tucuruí-Macapá-Manaus prevista para janeiro de 2013.

De acordo com a EPE (2010) a eficiência energética do Sistema Elétrico Nacional é composta pelo Sistema Interligado Nacional (SIN) e pelos Sistemas Isolados. A Geração Distribuída tem importante aplicação no Sistema Isolado - no suprimento às cargas não interligadas ao SIN.

Considerando o conceito amplo para eficiência energética, o qual contempla a estratégia da substituição energética, a geração distribuída – GD torna-se eficaz para a Segurança Energética e no Desenvolvimento Sustentável, por meio das seguintes características:

- aumento do número de unidades produtoras e diversificação de fontes primárias na matriz energética, que reduzem os riscos operacionais e hidrológicos de fornecimento de energia elétrica;
- proximidade da carga geralmente reduz os custos e as perdas no transporte de energia elétrica, aumentando a disponibilidade;
- agilidade, modularidade e o reduzido tempo médio de implantação dos empreendimentos de GD permitem a correção de eventuais desvios no planejamento integrado em curto prazo;
- flexibilidade de operação permite a atuação desses na base, na ponta ou como reserva próximo à carga;
- possibilidade de viabilizar, de forma sustentável, energias primárias regionais renováveis (bioeletricidade e alternativas), com baixa emissão de poluentes;
- aproveitamento, por meio, principalmente, da cogeração, de resíduos de processos produtivos, frequentemente desperdiçados;
- atendimento a áreas remotas com baixa densidade de carga, de forma técnica e economicamente viável, proporcionando a essas comunidades melhor qualidade de vida e ao desenvolvimento efetivo da atividade econômica, contribuindo para a sustentabilidade da universalização;
- estímulo ao desenvolvimento de novas tecnologias e, conseqüentemente, criação de oportunidades de trabalho, geração de emprego e renda, patentes, royalties e a arrecadação de impostos para o país. Adicionalmente, contribui para reduzir a dependência tecnológica externa, corroborando com os esforços do país para o equilíbrio da balança comercial;

- oportunidades de desenvolvimento para a indústria nacional - geração e comercialização de energia, máquinas e equipamentos, operação e manutenção de centrais energéticas.

Entretanto, para a implantação da Geração Distribuída alguns fatores fundamentais devem ser levados em conta:

- Estágio das tecnologias e disponibilidades no mercado (facilidade de aquisição de peças de reposição e assistência técnica);
- Disponibilidade e risco de suprimento de combustíveis e seus custos no local;
- Custos dos equipamentos;
- Aspectos ambientais (ruídos e emissões);
- Aspectos legais de contratação.

Alguns empreendimentos como as PCHs, têm uma relação mais íntima com a Geração Distribuída e a Cogeração, por estas atenderem aos sistemas isolados. Com base nesse argumento existem alguns planos de incentivos para estes empreendimentos. Estes incentivos ocorrem devido à redução de impactos ambientais negativos, a promoção de desenvolvimento sustentável e a diminuição de riscos hidrológicos no suprimento de energia elétrica do País (EPE, 2010).

Nesse sentido, destacam-se seguintes incentivos à Geração Distribuída e a Cogeração, no Brasil:

O PRODEEM (Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios) está voltado à implementação de sistemas descentralizados com predominância de uso de painéis fotovoltaicos. O escopo do Programa engloba o atendimento a cerca de 100 mil comunidades e 3 milhões de propriedades rurais não assistidas do País.

O PROINFA (Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica), criado pela Lei nº 10.438, em 26/04/2002, tem como principal objetivo aumentar a participação da energia elétrica produzida por empreendimentos de Produtores Independentes Autônomos, concebidos com base em fontes eólica, pequenas centrais hidrelétricas e biomassa, num total de 1.100 MW por fonte, no Sistema Elétrico Interligado Nacional.

Para tal, algumas normas deverão ser cumpridas, tais quais:

- ✓ Os contratos asseguram a compra da energia a ser produzida no prazo de 15 (quinze) anos, a partir da data de entrada em operação definida no contrato;
- ✓ A contratação a que se refere, deverá ser distribuída igualmente, em termos de capacidade instalada, por cada uma das fontes participantes do programa



(1.100 MW para cada fonte renovável: eólica, PCH e biomassa), e a aquisição da energia será feita pelo valor econômico correspondente à tecnologia específica de cada fonte, valor este a ser definido pelo Poder Executivo, mas tendo como piso 80% (oitenta por cento) da tarifa média nacional de fornecimento ao consumidor final.

As tecnologias contempladas pelo PROINFA são:

- ✓ Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs);
- ✓ Biomassa;
- ✓ Energia Eólica.

PCH-COM (Programa de Desenvolvimento e Comercialização de Energia Elétrica de Pequenas Centrais Hidrelétricas).

Subprograma da ELETROBRÁS, em que esta dá garantia de compra da energia da usina e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) financia até 70% do investimento no empreendimento gerador, ficando os 30% restantes por conta do empreendedor.

O relatório da EPE (2010) dá uma noção bem ampla da importância das PCHs no planejamento energético Brasileiro, mostrando que estes empreendimentos estão bem integrados dentro das propostas da Geração Distribuída e Cogeração.

### **3.3 Capacidade de geração de eletricidade no Brasil**

O Brasil possui no total 2.295 empreendimentos em operação, gerando 110.931.292,01 kW de potência. Está prevista para os próximos anos uma adição de 47.769.226 kW na capacidade de geração do País, proveniente dos 131 empreendimentos atualmente em construção e mais 487 outorgadas.

A Tabela 3-3 a Tabela 3-5 lista os empreendimentos energéticos em operação, em construção e outorgados pela ANEEL.

Como se pode observar na Tabela 3-3, a maior parte da energia elétrica gerada no Brasil (mais de 70%) provém de fonte hidráulica, tendo as PCHs um papel de destaque neste cenário principalmente por se tratarem de empreendimentos de portes relativamente pequenos em relação às UHEs. As PCHs representam algo em torno de 2,9% da energia elétrica gerada no Brasil correspondendo a uma capacidade instalada maior do que as geradas por usinas eólicas, solares e termonucleares juntas, um dos motivos deste destaque em relação a estes

empreendimentos é por ser uma planta industrial relativamente mais barata que estas e também devido ao grande potencial hidráulico disponível no Brasil.

Tabela 3-3 – Plantas industriais geradoras de energia elétrica em operação no Brasil

Empreendimentos em Operação				
Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	Potência Fiscalizada (kW)	%
CGH	321,00	185.101,00	18.249,00	0,16
EOL	46,00	838.932,00	835.336,00	0,75
PCH	375,00	3.270.874,00	3.222.497,00	2,90
SOL	4,00	86,00	86,00	-
UHE	174,00	77.783.587,00	76.626.470,00	69,04
UTE	1.373,00	29.966.131,00	28.112.413,00	25,33
UTN	2,00	2.007.000,00	2.007.000,00	1,81
Total	2.295,00	114.051.711,00	110.986.292,00	100,00

Fonte: ANEEL, 2010

Legenda: CGH - Central Geradora Hidrelétrica; CGU - Central Geradora Undi-Elétrica; EOL - Central Geradora Eolielétrica; PCH - Pequena Central Hidrelétrica; SOL - Central Geradora Solar Fotovoltaica; UHE - Usina Hidrelétrica de Energia; UTE - Usina Termelétrica de Energia; UTN - Usina Termonuclear

Já a Tabela 3-4 mostra somente os empreendimentos em construção, nesta tabela podemos observar que as usinas hidrelétricas também são os empreendimentos com maior destaque neste cenário, com mais de 60% da capacidade que se encontra em construção. Comparado com o cenário anterior (empreendimentos em operação) onde eram responsáveis por 2,9% da capacidade instalada total, as PCHs em construção representam mais do que 5,5% da capacidade total em construção, desta forma se somarmos a capacidade das PCHs em operação com as PCHs em construção estas terão um papel mais importante ainda num futuro próximo, com mais de 3,1% de toda capacidade de energia elétrica gerada no Brasil.

Tabela 3-4 – Plantas industriais geradoras de energia elétrica em construção no Brasil

Empreendimentos em Construção			
Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	%
CGH	1	848,00	0,01
EOL	8	2.733,00	1,73
PCH	67	879.572,00	5,55
UHE	11	8.795.100,00	55,51
UTE	43	4.543.987,00	28,68
UTN	1	1.350.000,00	8,52
Total	131	15.842.807,00	100,00

Fonte: ANEEL, 2010

A Tabela 3-5 mostra os empreendimentos outorgados pela ANEEL, através desta tabela foi possível constatar: que a capacidade outorgada dos empreendimentos oriundos de fonte hidráulica e os outros empreendimentos somados são praticamente iguais. Esse fato se deve principalmente pelo grande número de usinas termelétricas e eólicas outorgadas pela ANEEL. Mesmo neste cenário as PCHs continuam aumentando sua relação em comparação aos cenários anteriores (operação e construção) com aproximadamente de 6,5% da capacidade total outorgada.

Tabela 3-5 – Plantas industriais geradoras de energia elétrica outorgadas pela ANEEL no Brasil

Empreendimentos Outorgados entre 1998 e 2010(não iniciaram sua construção)			
Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	%
CGH	69	4.563,00	0,14
CGU	1	50,00	0,00
EOL	95	3.026.731,00	9,48
PCH	146	2.062.080,00	6,46
SOL	1	5,00	0,02
UHE	12	13.627.100,00	42,68
UTE	163	13.159.828,00	41,22
Total	487	31.926.419,00	100,00

Fonte: ANEEL, 2010

### 3.3.1 Capacidade instalada de energia elétrica por estado

A capacidade instalada de cada estado do Brasil está apresentada na Tabela 3-6. O estado de São Paulo é o estado que mais gera energia elétrica no Brasil com 21,33% da capacidade total instalada, é seguido pelos estados de Minas Gerais com 17,23% da capacidade total e do Paraná com 16,03% da capacidade total. Neste cenário Santa Catarina ocupa a décima primeira posição com 5,5% da capacidade total instalada.

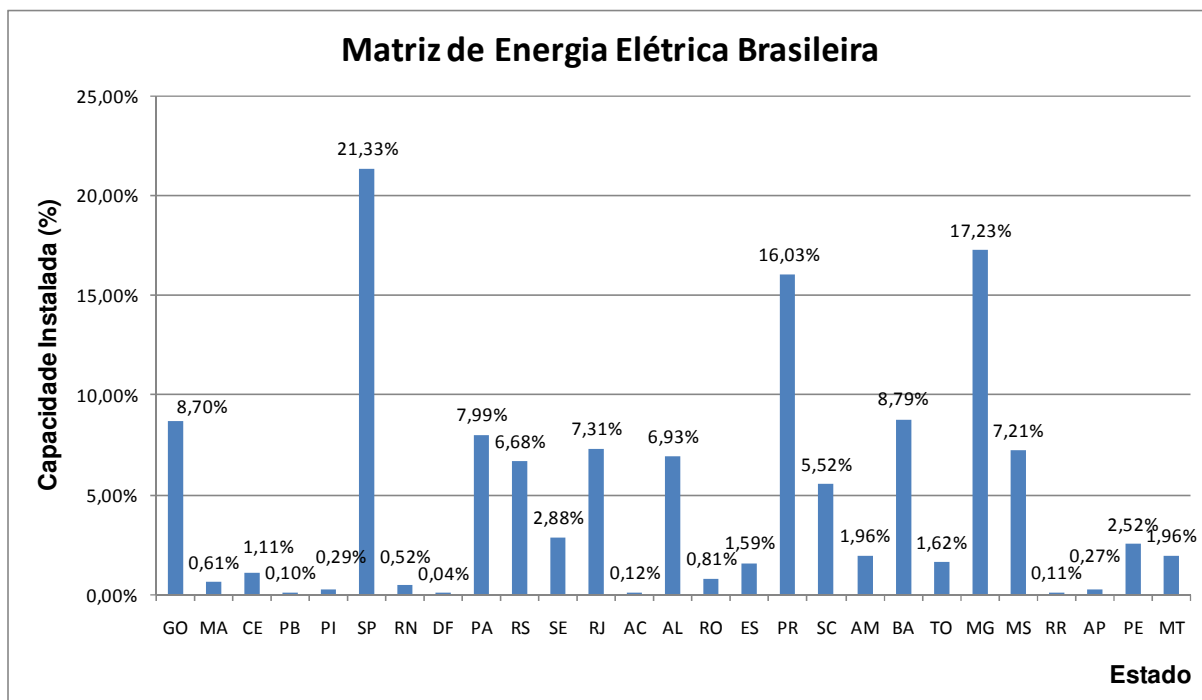
Tabela 3-6 – Capacidade Instalada por Estado (Usinas de divisa computadas em ambos os Estados)

UF	Capacidade Instalada (kW)	%
GO	9.653.469,20	8,70%
MA	672.124,80	0,61%
CE	1.231.954,00	1,11%
PB	115.886,00	0,10%
PI	316.810,00	0,29%
SP	23.656.482,16	21,33%
RN	582.076,00	0,52%
DF	42.170,00	0,04%
PA	8.865.766,00	7,99%
RS	7.411.941,60	6,68%
SE	3.199.544,40	2,88%
RJ	8.107.659,40	7,31%
AC	132.998,30	0,12%
AL	7.688.026,50	6,93%
RO	895.646,48	0,81%
ES	1.759.351,00	1,59%
PR	17.779.297,20	16,03%
SC	6.123.203,10	5,52%
AM	2.174.805,60	1,96%
BA	9.746.950,90	8,79%
TO	1.795.333,00	1,62%
MG	19.112.579,45	17,23%
MS	7.998.371,00	7,21%
RR	127.410,40	0,11%
AP	296.249,00	0,27%
PE	2.792.328,70	2,52%
MT	2.175.470,82	1,96%

Fonte: ANEEL, 2010

O Gráfico 3-1 apresenta o percentual da capacidade de energia elétrica instalada por estado.

Gráfico 3-1 – Percentual de energia elétrica por estado na matriz energética brasileira



Fonte: Elaborado pelo autor

Como mostrado no Gráfico 3-1 o estado de São Paulo representa a maior contribuição na matriz de energia elétrica brasileira com mais de 21% da capacidade, após este são os estados de Minas Gerais com 17,23% da capacidade e o Paraná com aproximadamente 16% da capacidade instalada. Santa Catarina aparece na décima primeira colocação com mais de 5,5% da capacidade total gerada no Brasil.

A Figura 3-1 apresenta a capacidade instalada de energia elétrica derivada de fonte hidráulica (situação 2008) no Brasil por estado.

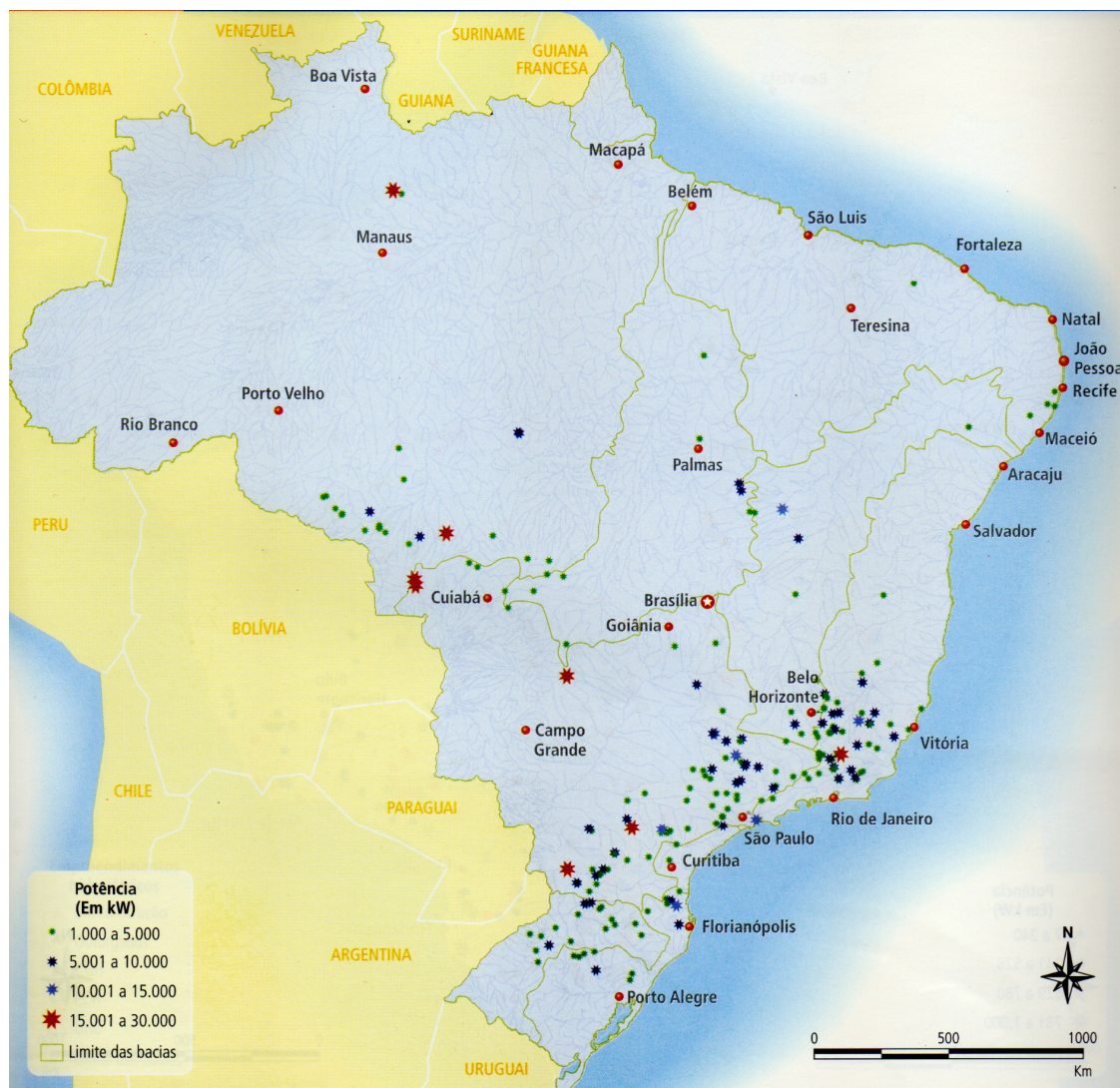
Figura 3-1 - Potência Instalada por estado



Fonte: ANEEL, 2008

Já a Figura 3-2 apresenta um panorama das PCHs em operação no Brasil dividida pelos estados (situação dez/2003).

Figura 3-2 - Localização das PCHs em operação no Brasil – situação dez/2003



Fonte: ANEEL, 2005

### 3.3.2 Matriz de energia elétrica de Santa Catarina

O Estado de Santa Catarina possui no total 168 empreendimentos em operação , gerando 6.123.203 kW de potência.

Está prevista para os próximos anos uma adição de 1.363.546 kW na capacidade de geração do Estado, proveniente dos 20 empreendimentos atualmente em construção e mais 51 com sua Outorga assinada pela ANEEL.

Tabela 3-7 – Resumo da Capacidade de energia elétrica gerada em Santa Catarina

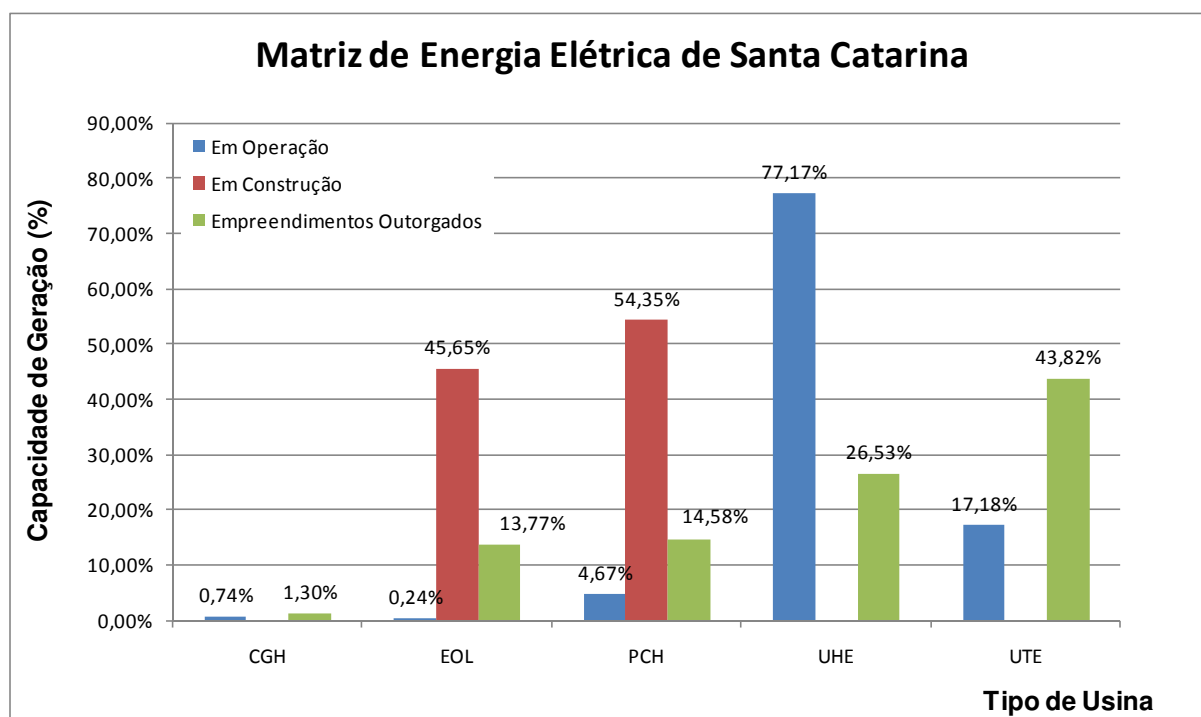
Empreendimentos em Operação			
Tipo	Quantidade	Potência (kW)	%
CGH	74	45.108,00	0,74%
EOL	3	14.400,00	0,24%
PCH	43	286.197,00	4,67%
UHE	9	4.725.442,00	77,17%
UTE	39	1.052.056,00	17,18%
Total	168	6.123.203	100%
Empreendimentos em Construção			
Tipo	Quantidade	Potência (kW)	%
EOL	4	120.000,00	45,65%
PCH	16	142.856,00	54,35%
Total	20	262.856,00	100%
Empreendimentos Outorgados entre 1998 e 2004(não iniciaram sua construção)			
Tipo	Quantidade	Potência (kW)	%
CGH	20	14.321,00	1,30%
EOL	8	151.531,00	13,77%
PCH	16	160.496,00	14,58%
UHE	1	292.000,00	26,53%
UTE	6	482.342,00	43,82%
Total	51	1.100.690,00	100%

Fonte: ANEEL, 2010

O Gráfico 3-2 apresenta a matriz de energia elétrica do estado de Santa Catarina dividido por usinas em operação, em construção e empreendimentos outorgados.



Gráfico 3-2 – Matriz de energia elétrica catarinense



Fonte: Elaborado pelo autor

### 3.4 Características das Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCHs

De acordo com a resolução da ANEEL 394, de 04/12/98, os aproveitamentos com características de Pequenas Centrais Hidrelétricas são aqueles que têm potência entre 1 MW e 30 MW e área inundada até 3 km<sup>2</sup>. A importância deste tipo de empreendimento é colocada da seguinte forma segundo a ANEEL (2003, p. 25):

As Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCH representam, atualmente, uma forma rápida e eficiente de promover a expansão da oferta de energia elétrica, visando suprir a crescente demanda verificada no mercado nacional. Esse tipo de empreendimento possibilita um melhor atendimento às necessidades de carga de pequenos centros urbanos e regiões rurais, uma vez que, na maioria dos casos, complementa o fornecimento realizado pelo sistema interligado. Por isso, além de simplificar o processo de outorga, o Governo concedeu uma série de benefícios ao empreendedor, para estimular os investimentos.

Como as PCHs são soluções alternativas de energia limpa e renovável, para suprir a deficiência do sistema energético nacional, muitos incentivos, como PROINFA e benefícios fiscais foram estabelecidos no sentido de “melhorar a atratividade econômica e fomentar a implantação de centrais desse porte nas proximidades dos centros de carga, em áreas periféricas ao sistema de transmissão e em pontos marcados pela expansão agrícola, nas 27 Unidades da Federação”(ANEEL. 2003, p. 25).

### 3.4.1 Centrais quanto à capacidade de regularização

De acordo com a ELETROBRÁS (2000) os tipos de PCH quanto à capacidade de regularização do reservatório, são

- a Fio d' Água;
- de Acumulação, com Regularização Diária do Reservatório;
- de Acumulação, com Regularização Mensal do Reservatório.

### 3.4.2 Centrais quanto à potência instalada e quanto à queda de projeto

As PCH podem ser ainda classificadas, ELETROBRÁS (2000), quanto à potência instalada e quanto à queda de projeto, como mostrado na Tabela 3-8, adiante, considerando-se os dois parâmetros conjuntamente, uma vez que um ou outro isoladamente não permite uma classificação adequada.

Tabela 3-8 – Classificação das PCH quanto à potência e quanto à queda de projeto

CLASSIFICAÇÃO DAS CENTRAIS	POTÊNCIA - P (kW)	QUEDA DE PROJETO - $H_d$ (m)		
		BAIXA	MÉDIA	ALTA
MICRO	$P < 100$	$H_d < 15$	$15 < H_d < 50$	$H_d > 50$
MINI	$100 < P < 1.000$	$H_d < 20$	$20 < H_d < 100$	$H_d > 100$
PEQUENAS	$1.000 < P < 30.000$	$H_d < 25$	$25 < H_d < 130$	$H_d > 130$

Fonte: ELETROBRÁS, 2000

### 3.4.3 Vantagens e Benefícios das PCHs

Os incentivos estabelecidos pela ANEEL (2003) para implantação de PCHs abrangem:

- Autorização não-onerosa para explorar o potencial hidráulico<sup>6</sup>;
- Descontos não inferiores a 50% nos encargos de uso dos sistemas de transmissão e distribuição<sup>7</sup>;

<sup>6</sup> Lei nº 9.074, de 7 de julho de 1995, e Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996.

<sup>7</sup> Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002; Resolução ANEEL nº 281, de 10 de outubro de 1999; e Resolução ANEEL nº 219, de 23 de abril de 2003.

- Livre comercialização de energia com consumidores ou conjunto de consumidores reunidos por comunhão de interesses de fato ou de direito, cuja carga seja igual ou superior a 500 kW<sup>8</sup>;
- Livre comercialização de energia com consumidores ou conjunto de consumidores reunidos por comunhão de interesses de fato ou de direito, situados em sistema elétrico isolado, cuja carga seja igual ou superior a 50 kW<sup>9</sup>;
- Isenção relativa à compensação financeira pela utilização de recursos hídricos<sup>10</sup>;
- Participação no rateio da Conta de Consumo de Combustível – CCC, quando substituir geração térmica a óleo diesel, nos sistemas isolados<sup>11</sup>;
- Isenção de aplicação, anualmente, de no mínimo um por cento da receita operacional líquida em pesquisa e desenvolvimento do setor elétrico – P&D<sup>12</sup>;
- Mecanismo de Relocação de Energia (MRE)<sup>13</sup> para centrais hidrelétricas conectadas ao sistema interligado e não despachadas centralizadamente pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS<sup>14</sup>.

### 3.4.4 Modernização e reativação de PCH no Brasil

De acordo com Tiago (2006) uma grande quantidade de PCHs foi construída entre 1930/1940, o que coloca a média de idade das instalações por volta de 70 anos. Esta idade elevada das centrais mostra a oportunidade para duas novas formas de empreendimentos nesta área:

- Modernização e recapacitação de PCHs em operação: atualmente a média de idade das centrais em operação é de 60 anos. Desta forma, segundo Nascimento (1999), uma modernização com redefinição das unidades geradoras, em especial as turbinas, poderia agregar cerca de 200.000 kW ao sistema, em curto período de tempo;

---

<sup>8</sup> Lei nº 9.648, de 27 de maio de 1998, e Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002.

<sup>9</sup> Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002.

<sup>10</sup> Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989, e Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996.

<sup>11</sup> Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002.

<sup>12</sup> Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000.

<sup>13</sup> Mecanismo de Realocação de Energia (MRE) – Processo comercial pelo qual geradores hidrelétricos, sob a égide do Mercado Atacadista de Energia (MAE) compartilham, sob o aspecto financeiro, o risco hidrológico no âmbito do sistema interligado. O MAE é um ambiente organizado e regido por regras claramente estabelecidas no qual se processa a compra e venda de energia entre seus participantes, através de contratos bilaterais e de um mercado de curto prazo.

<sup>14</sup> Decreto nº 2.655, de 2 de janeiro de 1998, com a redação dada pelo Decreto nº 3.653, de 7 de novembro de 2000, e Resolução ANEEL nº 169, de 3 de maio de 2001.

- Reativação de PCHs: hoje existem cerca de 600 centrais desativadas, com as instalações em condições de serem reformadas, com baixo custo de implantação, representando a possibilidade de mais 120.000 kW de capacidade instalada.

## **CAPÍTULO IV**

### **4 REFLEXOS DAS PCHs NA MATRIZ DE ENERGIA ELÉTRICA DO BRASIL E NO ESTADO DE SANTA CATARINA**

#### **4.1 Introdução**

O Brasil é um dos países com a matriz energética mais limpa do mundo, com a participação de 43,8% da energia consumida oriunda de fontes renováveis. Se comparado com a média mundial, de 14% de participação de fontes renováveis no consumo de energia, pode-se concluir que o país posiciona-se na vanguarda do setor energético mundial, com uma utilização sustentável dos seus recursos naturais. No que se refere á energia elétrica esta participação passa dos 80% da geração vindos de fontes renováveis, deste percentual de energia elétrica gerada por fontes renováveis as PCHs tem um papel de destaque, devido aos vários incentivos e ótimos retornos gerados por este investimento (TIAGO, 2008).

#### **4.2 O mercado das PCHs**

Uma PCH típica normalmente opera a fio d'água, isto é, o reservatório não permite a regularização do fluxo d'água. Com isso, em ocasiões de estiagem a vazão disponível pode ser menor que a capacidade das turbinas, causando ociosidade. Em outras situações, as vazões são maiores que a capacidade de engolimento das máquinas, permitindo a passagem da água pelo vertedor (UNIFEI, 2009).

Este é um dos motivos pelo custo do kW da energia elétrica produzida pelas PCHs ser maior que o de uma usina hidrelétrica de grande porte, onde o reservatório pode ser operado de forma a diminuir a ociosidade ou os desperdícios de água. Entretanto, as PCHs são instalações que resultam em menores impactos ambientais e se prestam à geração diistribuida. São instaladas em pequenos e medios rios e normalmente tem uma maior proximidade dos centros de consumo. Essa proximidade dos centros de consumo ajuda muito em quesitos técnicos, como a redução de perdas no sistema, redução da necessidade de transmissão de energia por longas linhas, promovem um melhor perfil de tensões elétricas e suporte de energia reativa, melhorando assim a eficiência e rendimento do sistema elétrico como um todo.

Além de gerar muitos empregos regionais à localidade e dispersos pelo país, sem a necessidade de migração de mão-de-obra e os problemas aliados a isso. As PCHs promovem a oportunidade de investimento muito mais para pequenos e médios investidores, sendo assim muito mais democrática. O que também promove a oportunidade de investimento com lucratividade para muitas pessoas físicas e jurídicas, que atualmente oferecem um grande potencial de investimento imobilizado nos bancos, ajudando a economia do país e principalmente da região.

Com o desenvolvimento e estabelecimento de políticas de apoio, incentivo e suporte, a evolução das PCHs irá reduzir a necessidade de investimentos em grandes hidroelétricas, termoeletricas e linhas de transmissão. Aliado a isto, a crescente geração e aproveitamento dos recursos hídricos pode facilmente suprir as necessidades de crescimento da capacidade de geração, sem a necessidade de grandes investimentos ou intervenção por parte do Estado. Estas são grandes vantagens tanto no quesito de impacto ambiental e na segurança do fornecimento elétrico do país.

Esta em discussão uma antiga proposta de passar de até 30 MW para até 50 MW a classe das PCHs. Investidores alegam que alguns empreendimentos, mesmo com potencial hídrico acima, recebem equipamentos para até 30 MW como forma de não entrar em leilão e assegurar benefícios. O Congresso Nacional já deu à ANEEL autorização para conceder direito de exploração para empreendimentos com potência até 50 MW, desde que obedecidas "condições especiais" - Medida Provisória 450 (UNIFEI, 2009).

O PCH 2010, promovido pela Viex Americas, abriu discussão de itens que o governo sinalizou com um plano decenal de mais energias renováveis. A ANEEL tinha cadastradas 375 PCHs em operação no país que correspondem por aproximadamente 3,0% da energia produzida no país. O conjunto representa uma capacidade instalada acima de 3 mil MW; em execução, 67 projetos, para aproximadamente 879 MW; e outorga para projetos que responderiam por mais de 2 mil MW. Balizadas em informações estatísticas da ANEEL, entidades setoriais convergem para a projeção de que, até 2020, a eletricidade das PCHs terá participação de 10% na base da matriz de energia elétrica do país (PORTAL PCH, 2009).

O Brasil vive um boom de projetos de pequenas centrais hidrelétricas (PCHs), atualmente existem mais de 1.000 projetos de pequenas usinas em análise pela ANEEL. Juntas, essas usinas terão capacidade de produzir algo em torno de 7,5 mil MW de energia.

O investimento em PCHs jamais agradou muito à ala financeira das companhias. O retorno, geralmente era mais interessante em empreendimentos de maior porte, como as UHEs. Entretanto o pacote de vantagens que atualmente acompanha as PCHs tornou o seu

investimento viável. Começando pela tramitação mais simplificada na ANEEL e o processo ambiental não é tão complexo quanto no caso das hidrelétricas maiores.

Além de tudo isso há o desconto de 50% nas tarifas de transmissão e distribuição, o que, na verdade, é um dos fatores que mais pesam nas decisões de investimento. Também não é preciso participar de leilão público para vender a energia gerada. Basta oferecê-la ao mercado livre que, ultimamente, anda em busca de renovações de contratos. A preferência, aliás, é por clientes industriais enquadrados na classe A4, cuja tarifa é bem mais gorda e, conseqüentemente, interessante ao vendedor. Em último caso, o marco regulatório em vigor permite repassar uma parcela da produção das PCHs ao mercado como recurso de geração distribuída.

As PCHs também não precisam recolher a contribuição financeira pelo uso de recursos hídricos (CFURH) aos municípios da área de influência nem pagar ao governo federal pelo uso do bem público (UBP), encargo este que inviabilizou vários empreendimentos no passado.

O regime tributário é por lucro presumido, com reflexo positivo no fluxo de caixa. Os empreendimentos estão dispensados ainda de aplicar recursos em programas de pesquisa e desenvolvimento (P&D). Sem falar na possibilidade de enquadrar projetos no Programa de Aceleração de Crescimento (PAC), para facilitar a obtenção de recursos no BNDES, e pleitear créditos de carbono, como já fez, por exemplo, a CPFL Energia. O grupo paulista ampliou a capacidade de centrais muito antigas sem provocar novos impactos ambientais e já está recebendo de volta parte do que investiu.

Todos estes benefícios estão atraindo investidores como o Grupo ERSa, criado em 2006 com o objetivo de investir exclusivamente em projetos de energias renováveis, especialmente PCHs e parques eólicos. O grupo é uma *joint venture* entre o Pátria Investimentos, a Eton Park, empresa americana de gestão de ativos, o fundo BBI FIP (administrado pelo Banco Bradesco de Investimento), a GMR Empreendimentos Energéticos e o DEG (banco de desenvolvimento que faz parte do grupo financeiro alemão KfW). Hoje o grupo possui três PCHs em operação e nove em construção em Minas Gerais e Santa Catarina, que devem gerar 300 MW, fruto de um investimento de R\$ 1,2 bilhão. A ERSa também está inventariando rios que representam um potencial superior a 1.000 MW (PORTAL PCH, 2009).

Também a canadense Brookfield Energia Renovável (ex-Brascan Energia), que possui a maior quantidade de energia gerada por PCHs, atualmente é 536 MW em operação, em 30 centrais, o grupo prevê retomar a construção de novas PCHs, cinco no total, nos

estados de Minas Gerais, Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Estas obras estão previstas para ter início a partir de 2011.

AES Tietê, Duke Energy Paranapanema, Energias do Brasil e Light aparecem com destaque entre as empresas de capital privado que também se renderam aos atrativos de mercado oferecidos por essas usinas. Somente nesse universo de agentes é possível identificar pelo menos R\$ 1,7 bilhão em investimentos na implantação de 22 usinas, totalizando 320 MW. Há pelo menos outros R\$ 350 milhões de desembolso em obras de repotenciação que somam 102 MW.

As empresas estatais COPEL e CELESC. Ambas têm chamadas públicas para atrair parcerias, que indicam ampliação de 300 MW cada em seus respectivos parques, a partir de fontes diversas. A Celesc permanece com o processo aberto, enquanto a Copel reestuda condições para reabri-lo em breve.

Em estados como Santa Catarina e Rio Grande do Sul, em particular, as PCHs são muito bem-vindas como fator de incremento à economia local. É que no Sul do país está concentrada a maior parte dos principais fornecedores de equipamentos para essa categoria de empreendimento. O dinheiro não sai da região e, Santa Catarina, ainda conta com desconto de ICMS concedido pelo governo. Atualmente pode-se construir uma PCH com 100% dos componentes e serviços comprados diretamente no estado (CELESC, 2010).

A companhia catarinense já conta com um parque com 84 MW de pequenas centrais. E além do interesse em colocar recursos em novas PCHs, reservou R\$ 350 milhões para aplicar em repotenciação ao longo de quatro anos. Serão agregados mais 102 MW. Só na PCH Peri, de 4,4 MW, construída no fim da década de 1960, a empresa vai ganhar 25,6 MW com a instalação de duas turbinas adicionais de 13 MW cada sem precisar ampliar a área alagada.

O grupo Energias do Brasil aposta firme em fontes renováveis e reserva participação importante para PCHs em seu portfólio. Nesse aspecto, são partes indissociáveis do negócio tanto os descontos na *Tusd* e *Tust* como a negociação de créditos de carbono.

O grupo já conta com 130 MW em 12 pequenas centrais herdadas de suas aquisições de ativos no país, como a Escelsa, no Espírito Santo, e a Enersul – cuja concessão de distribuição foi repassada ao Grupo Rede –, no Mato Grosso do Sul. Entra em operação em 2009 a PCH Santa Fé (ES), com 29 MW de capacidade. Outras três unidades estão em obras de repotenciação, com ganhos somados de 25 MW. 30 PCHs, num total de 600 MW, estão sendo analisados pelo grupo, os projetos básicos estão em elaboração, e a preferência geográfica será por estados onde já existam empreendimentos do grupo. A seleção final dependerá, no entanto, da taxa de rentabilidade exigida pelos acionistas.



Para a Copel, é necessário haver uma taxa interna de retorno (TIR) de 10%. Com um parque atual de 57 MW em PCHs, a companhia paranaense reexamina no momento as condições para voltar a abrir sua chamada pública de parcerias. Na primeira investida não houve interessados. Pela legislação estadual, a Copel precisa ser majoritária nos empreendimentos.

Já a possibilidade de integrar PCHs ao centro de operação que mantém na usina Xavantes, em São Paulo, é uma facilidade técnica que agrada a Duke Energy Paranapanema. A empresa investe R\$ 200 milhões nas PCHs Retiro (16 MW) e Palmeiras (16 MW), no rio Sapucaí Mirim.

Também originária da cisão da Cesp e tendo de cumprir exigência do edital de privatização para ampliação de 15% da sua capacidade instalada, a AES Tietê é mais uma concessionária que resolveu ingressar no clube dos proprietários de novas PCHs. Constrói no momento três unidades no rio Piabanha, no Rio de Janeiro, com capacidade total de 57 MW. Até o fim de 2008 calcula gastar R\$ 141,2 milhões nessas obras. No rio Jaguará Mirim (SP), providencia as obras de mais duas usinas, que somam 7 MW, a um custo parcial de R\$ 26,2 milhões, também desembolsados ainda durante este ano.

Um dos programas mais ambiciosos é o da Cemig, com a iniciativa Minas PCH. A companhia já tem 125 MW instalados em mais de 20 usinas espalhadas pelo estado. Nessa nova empreitada conta com o apoio do governo estadual e tem preferência por fazer muitas parcerias com a iniciativa privada. Entre os seus sócios está a Omega Energia Renovável, que será majoritária. Ambas vão construir a PCH Pipoca, no rio Manhuaçu, com 20 MW de capacidade.

A estatal mineira tem aprovada pela ANEEL quatro empreendimentos, todos no leste do estado. Senhora do Porto, Dolores de Guanhanes, Jacaré e Fortuna vão acrescentar mais 42 MW ao sistema da companhia. Mais seis PCHs estão com memorando de entendimento assinado, representando 60 MW adicionais em futuro próximo.

### **4.3 Situação atual dos projetos de PCHs no Brasil**

O Brasil vive um bom momento para realização de projetos de pequenas centrais hidrelétricas, devido ao baixo impacto ambiental e benefícios (item 2.6). O crescimento da demanda por energia nos próximos anos, especialmente de fontes renováveis, e o esgotamento do potencial dos rios para grandes hidrelétricas está empurrando investidores para as usinas de pequeno porte.

Conforme a Tabela 3-3, item 3.3, o Brasil possui no total 2.295 empreendimentos em operação, gerando 110.931.292,01 kW de potência. As PCHs operando no Brasil correspondem a 375 empreendimentos, gerando 3.222.497,00 kW que corresponde a 2,9 % da capacidade de geração do Brasil.

A Tabela 3-3, Tabela 3-4 e Tabela 3-5, item 3.3, apresentam a potência total do Brasil dos empreendimentos em operação, construção e outorgados, totalizando 158.755.518,00 kW. Já as PCHs totalizam 6.146.149,00 kW, o que representa 3,9 % da energia total do Brasil.

A Tabela 4-1 apresenta um resumo das PCHs em operação, construção e outorgadas no país.

Tabela 4-1 – PCHs em operação, construção e outorgadas no Brasil

PCHs no Brasil		
Tipo	Quantidade	Potência (kW)
Operação	375	3.222.497,00
Construção	67	879.572,00
Outorgada	146	2.062.080,00
<b>Total</b>	<b>588</b>	<b>6.164.149,00</b>

Fonte: ANEEL, compilada pelo autor, 2010

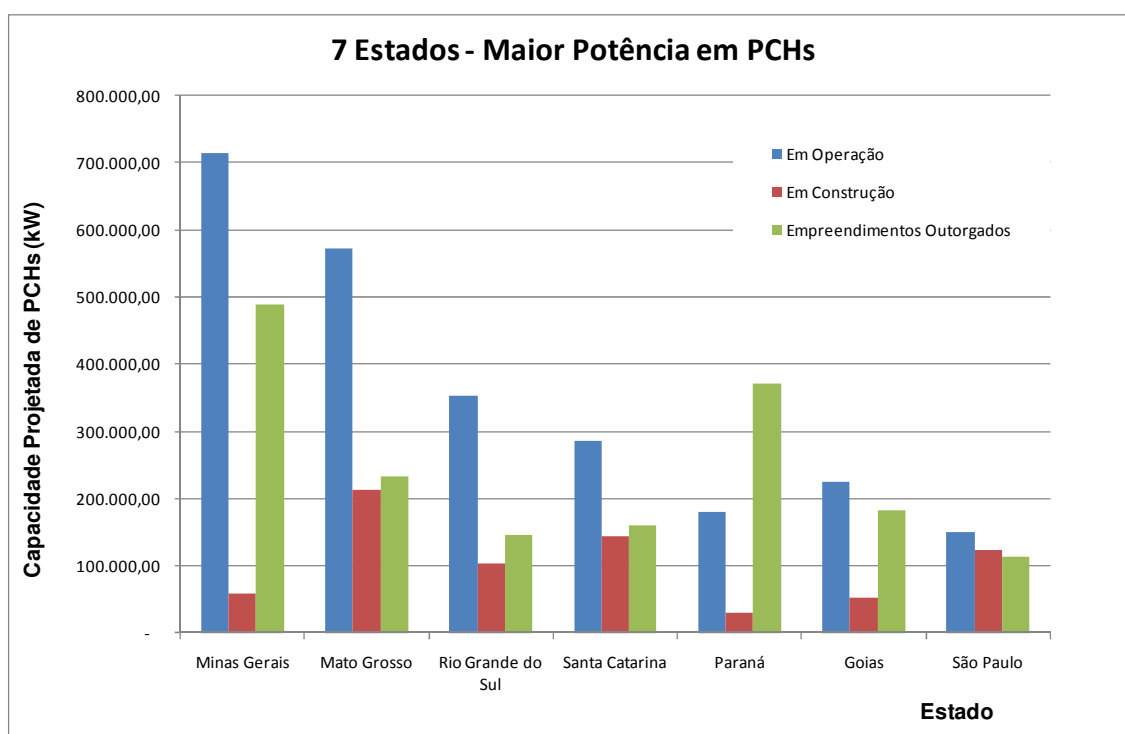
#### **4.4 Posição de Santa Catarina em relação aos estados com os maiores números de empreendimentos PCHs**

Com relação a potencia total gerada por PCHs no Brasil, considerando as PCHs já construídas, as PCHs em construção e as PCHs outorgadas pela ANEEL, Santa Catarina se encontra na quarta posição com mais de 9,5% da capacidade total gerada por estes empreendimentos, como mostra a Tabela 4-2 e o Gráfico 3-2, perde apenas para os estados de Minas Gerais com 20,46% da capacidade gerada por PCHs, Mato Grosso com uma capacidade de 16,52% e Rio Grande do Sul com uma capacidade de quase 10% pouco mais que a catarinense.

Tabela 4-2 – *Ranking* dos estados com maior potência energética total em PCHs

Estado	Situação (kW)				
	Operação	Construção	Outorgados	Total	Total/Relação Brasil (%)
Minas Gerais	713.262,00	58.800,00	489.055,00	1.261.117,00	20,46%
Mato Grosso	572.916,00	211.910,00	233.194,00	1.018.020,00	16,52%
Rio Grande do Sul	353.135,00	102.506,00	145.389,00	601.030,00	9,75%
Santa Catarina	286.197,00	142.856,00	160.496,00	589.549,00	9,56%
Paraná	181.207,00	29.000,00	370.580,00	580.787,00	9,42%
Goiás	225.802,00	52.500,00	182.157,00	460.459,00	7,47%
São Paulo	149.564,00	122.980,00	113.324,00	385.868,00	6,26%
Brasil	3.222.497,00	879.572,00	2.062.080,00	6.164.149,00	100,00%

Fonte: ANEEL compilado pelo autor

Gráfico 4-1 - *Ranking* dos estados com maior potência energética total em PCHs

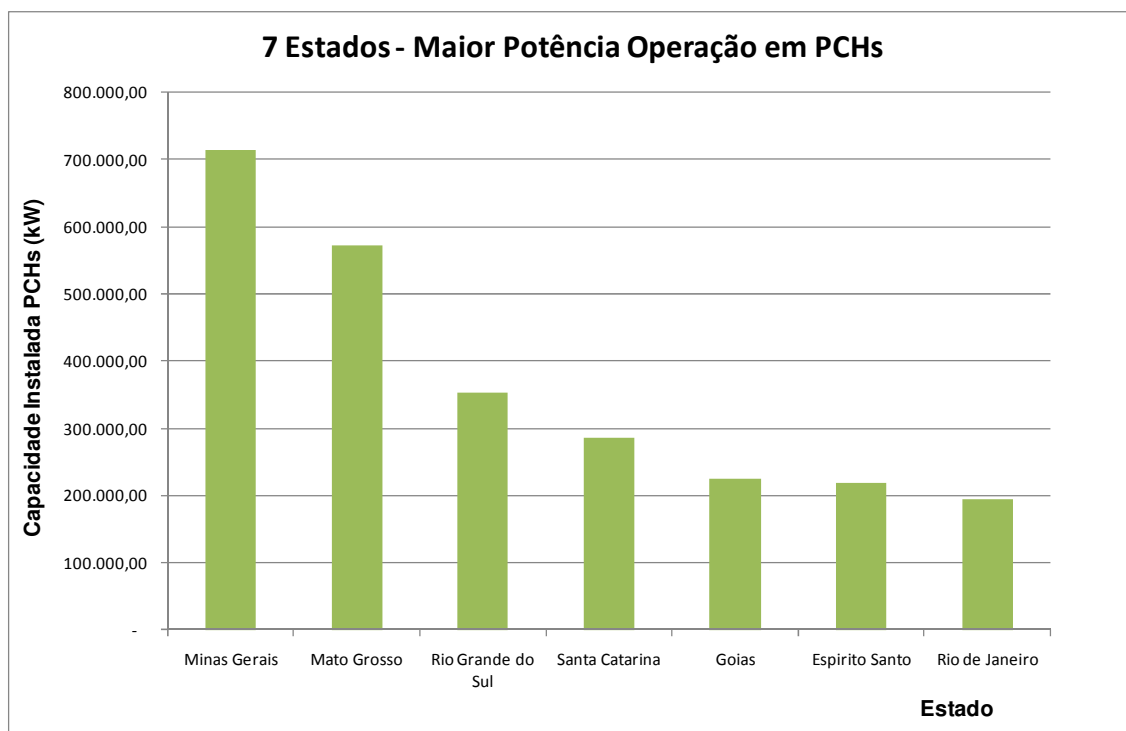
Fonte: Elaborado pelo autor

De acordo com a Tabela 4-3 e o Gráfico 4-2, considerando somente os empreendimentos em operação, Santa Catarina está na quarta posição dos estados que mais geram energia elétrica provenientes de PCHs com 286.197,00 KW. Os primeiros colocados são Minas Gerais com capacidade de 717.262,00 KW, Mato Grosso com 572.916,00 KW instalados e Rio Grande do Sul com 353.135,00 de capacidade instalada gerada por PCHs.

Tabela 4-3 – *Ranking* dos estados com maior potência energética em operação em PCHs

Estado	Situação Operação (kW)
Minas Gerais	713.262,00
Mato Grosso	572.916,00
Rio Grande do Sul	353.135,00
Santa Catarina	286.197,00
Goiás	225.802,00
Espírito Santo	219.556,00
Rio de Janeiro	193.600,00

Fonte: ANEEL compilado pelo autor

Gráfico 4-2 - *Ranking* dos estados com maior potência em operação em PCHs

Fonte: Elaborado pelo autor

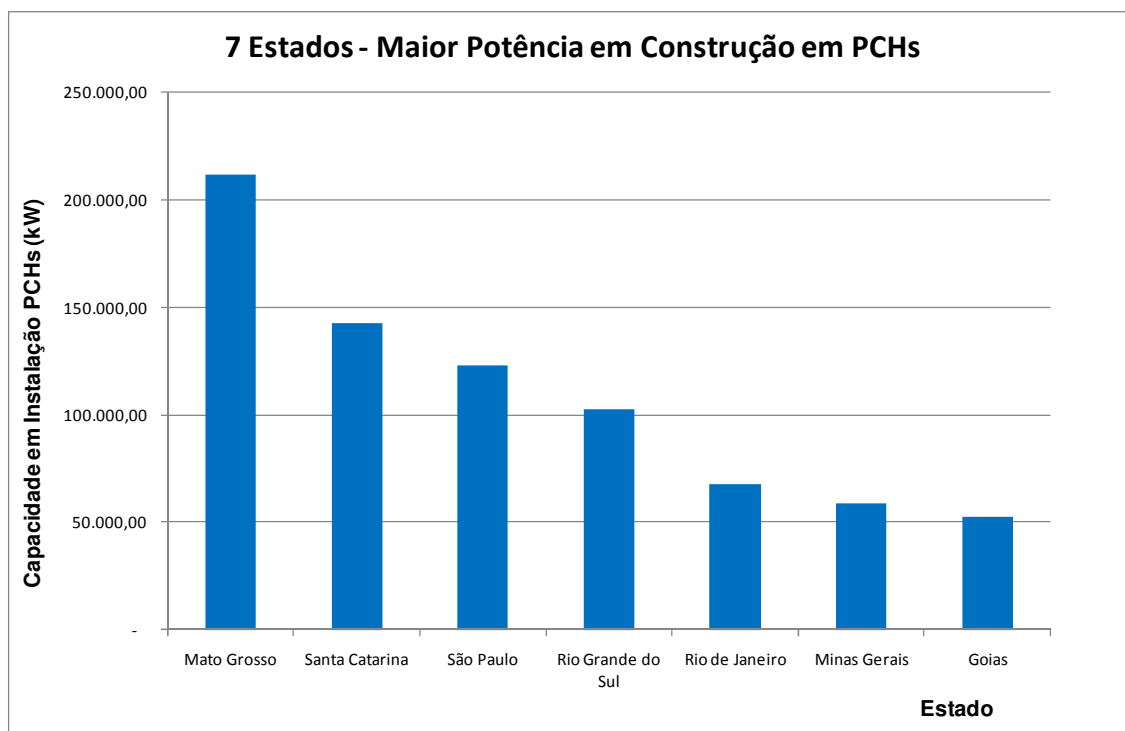
Já em relação aos empreendimentos em construção conforme mostra a Tabela 4-4 e o Gráfico 4-3, o estado de Santa Catarina está na segunda colocação, com empreendimentos de capacidade para 142.980,00KW sendo construídos. Neste cenário Santa Catarina perde apenas para o estado de Mato Grosso onde estão sendo construídas PCHs que vão gerar 211.910 KW.

Tabela 4-4 – *Ranking* dos estados com maior potência energética em construção em PCHs

Estado	Situação Construção (kW)
Mato Grosso	211.910,00
Santa Catarina	142.856,00
São Paulo	122.980,00
Rio Grande do Sul	102.506,00
Rio de Janeiro	67.720,00
Minas Gerais	58.800,00
Goiás	52.500,00

Fonte: ANEEL compilado pelo autor

Gráfico 4-3 - Ranking dos estados com maior potência em construção em PCHs



Fonte: Elaborado pelo autor

Em relação às PCHs outorgadas pela ANEEL conforme mostra a Tabela 4-5 e o

Gráfico 4-4 a colocação de Santa Catarina cai para a quinta posição com 160.496,00 KW de capacidade outorgada. Mais isto não significa dizer que os investimentos em PCHs estão diminuindo no estado, se levarmos em consideração a Tabela 4-4 (empreendimentos em construção) podemos observar que a capacidade em construção em Santa Catarina é de 142.980,00KW, ou seja, mais de 10% a menos do que a capacidade dos empreendimentos atualmente outorgados. Esta quinta posição reflete ao aumento dos investimentos em PCHs a

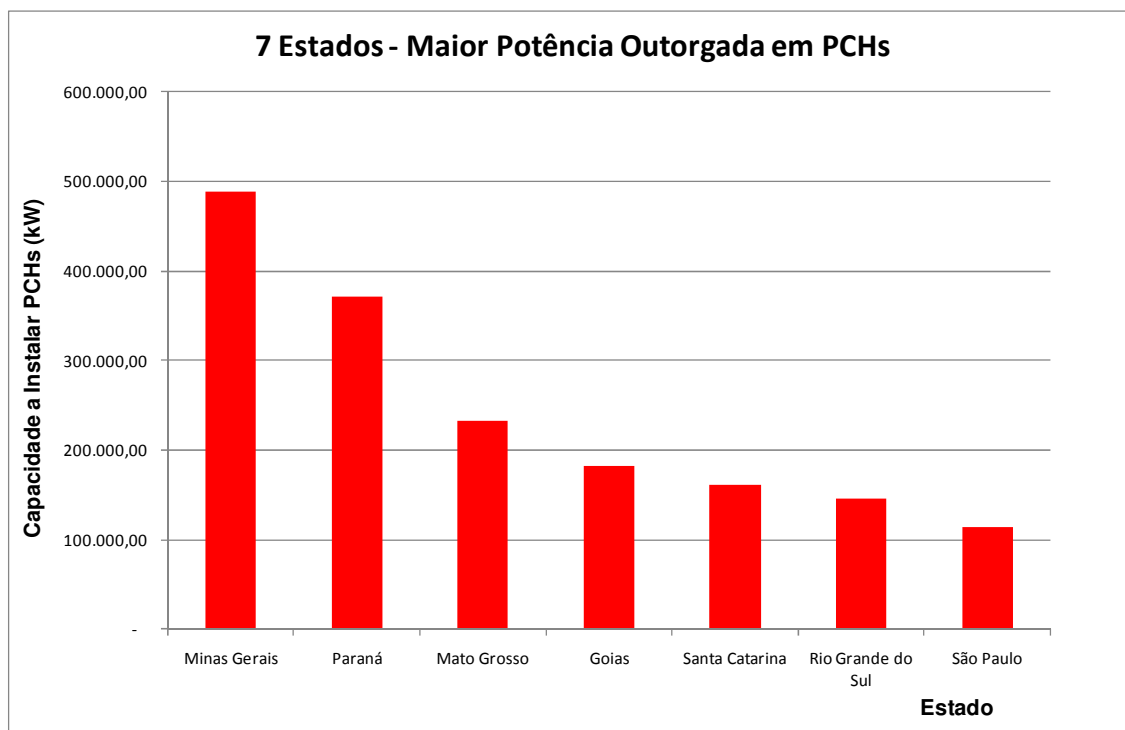
nível nacional. Estados bem maiores que o de Santa Catarina e com uma maior capacidade de aproveitamento hidráulico estão investindo mais em PCHs devido a vários benefícios que são concedidos para sua construção e principalmente em relação aos retornos do investimento que dificilmente são superiores há cinco anos.

Tabela 4-5 – *Ranking* dos estados com maior potência energética em PCHs outorgadas

Estado	Situação Outorgadas (kW)
Minas Gerais	489.055,00
Paraná	370.580,00
Mato Grosso	233.194,00
Goiás	182.157,00
Santa Catarina	160.496,00
Rio Grande do Sul	145.389,00
São Paulo	113.324,00

Fonte: ANEEL compilado pelo autor

Gráfico 4-4 - *Ranking* dos estados com maior potência energética outorgadas em PCHs

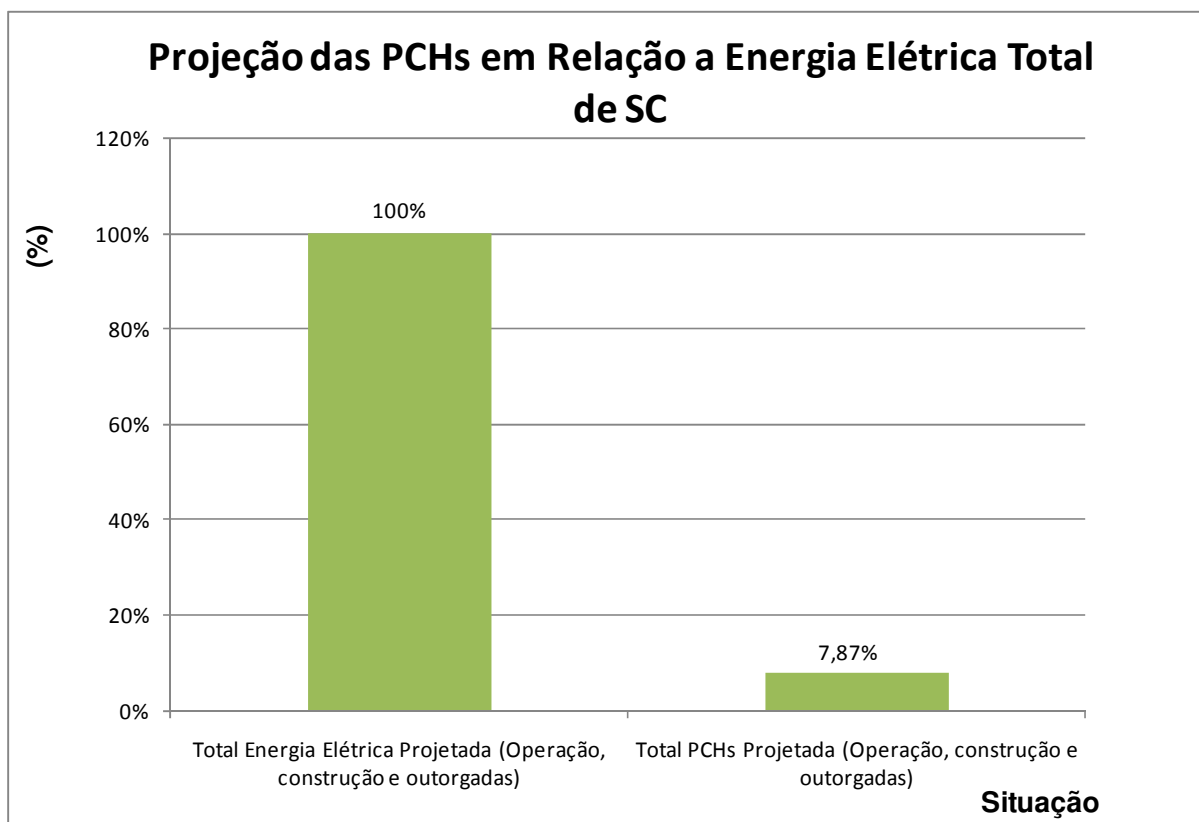


Fonte: Elaborado pelo autor

## 4.5 Influência das PCHs na matriz de energia elétrica catarinense

O Gráfico 4-5 mostra a influência das PCHs na matriz de energia elétrica de Santa Catarina, ou seja, aproximadamente 8% da energia elétrica do estado é oriunda de PCHs. Neste cenário foram considerados os empreendimentos em operação, construção e outorgados pela ANEEL.

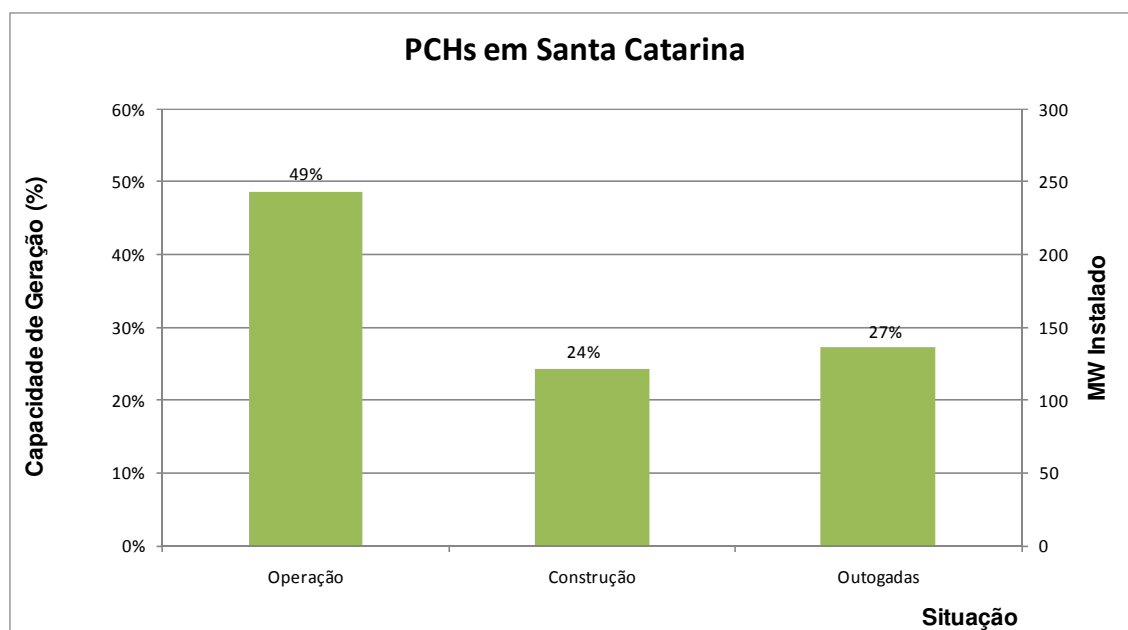
Gráfico 4-5 - Influência das PCHs na geração de energia do estado de Santa Catarina



Fonte: Elaborado pelo autor

O Gráfico 4-6 mostra a situação atual das PCHs no estado onde 49% (286.197,00 KW) do total da capacidade energética gerada por PCHs em Santa Catarina já estão em operação, 24% (142.856,00) está na fase de construção e 27% (160.496,00 KW) estão outorgadas.

Gráfico 4-6 – PCHs no estado de Santa Catarina

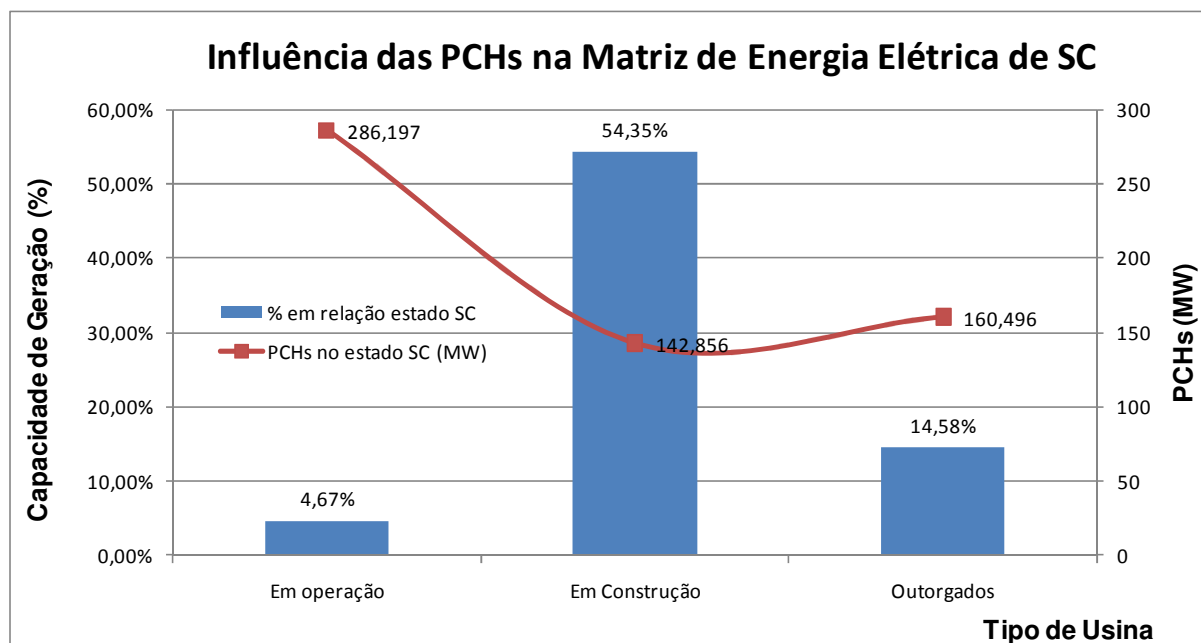


Fonte: Elaborado pelo autor

O Gráfico 4-7 representa a influência das PCHs nos empreendimentos geradores de energia elétrica no estado de Santa Catarina, conforme este gráfico 54,35% da capacidade dos empreendimentos em construção no Estado são provenientes de PCHs (142.856,00 kW), as PCHs em operação no Estado representam 4,67% (286,197,00 kW) da capacidade de geração. Entre os empreendimentos outorgados pela ANEEL, 15,58% (160.496,00 Kw) da capacidade é oriunda de PCHs.



Gráfico 4-7– Influência das PCHs na matriz de energia elétrica do estado de Santa Catarina



Fonte: Elaborado pelo autor

#### 4.5.1 Comparação das plantas geradoras de energia elétrica com as PCHs em SC

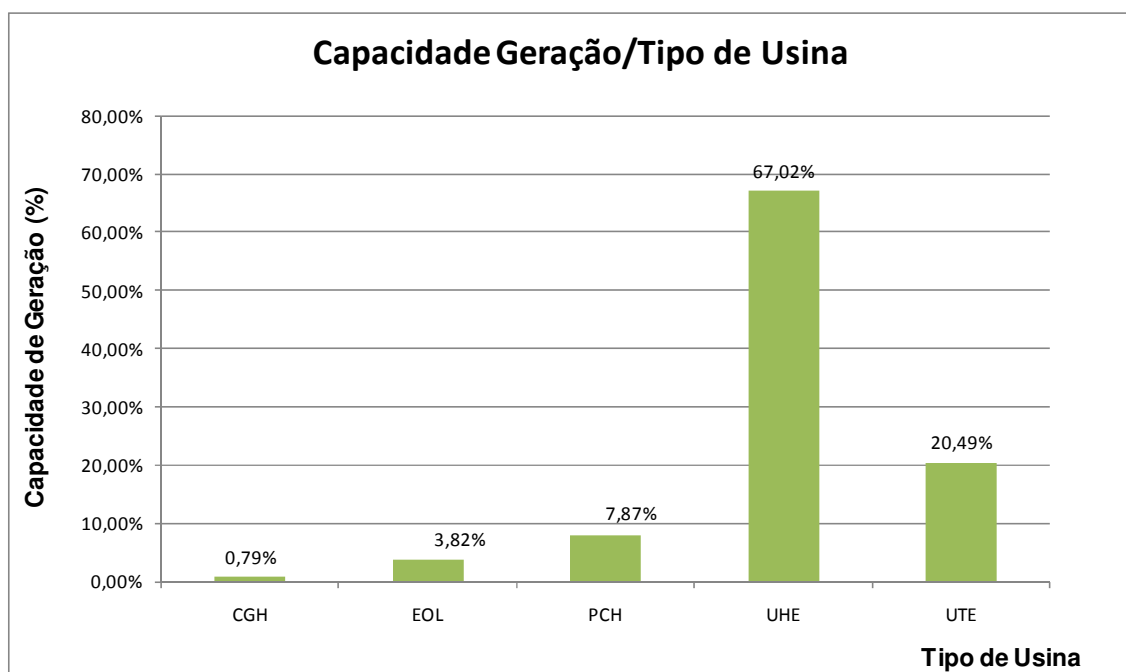
Conforme a Tabela 4-6 e o Gráfico 4-8 as PCHs de Santa Catarina (operação, construção e outorgadas) totalizam 589 MW de potência, isto corresponde a algo em torno de 19% das necessidades do estado.

Tabela 4-6 – Capacidade de geração em SC conforme o tipo de usina

Capacidade de Geração/Tipos de Usinas em SC		
Tipo	Potência (kW)	%
CGH	59.429,00	0,79%
EOL	285.931,00	3,82%
PCH	589.549,00	7,87%
UHE	5.017.442,00	67,02%
UTE	1.534.398,00	20,49%
Total	7.486.749,00	100,00%

Fonte: ANEEL compilado pelo autor) obs.: Foram considerados usinas em operação, construção e outorgadas

Gráfico 4-8 – Capacidade de geração em SC conforme o tipo de usina



Fonte: Elaborado pelo autor

Já considerando somente as PCHs em operação (Tabela 4-7) corresponde a aproximadamente 6% da demanda de pico do estado enquanto para o resto do país esta proporção não passa de 2,5% com a atual capacidade instalada.

Tabela 4-7 – Capacidade de geração em SC em operação conforme o tipo de usina

Capacidade de Geração/Tipos de Usinas em SC		
Tipo	Potência (kW)	%
CGH	45.108,00	0,74%
EOL	14.400,00	0,24%
PCH	286.197,00	4,67%
UHE	4.725.442,00	77,17%
UTE	1.052.056,00	17,18%
Total	6.123.203,00	100,00%

Fonte: ANEEL compilado pelo autor

## CAPÍTULO V

### 5 CONCLUSÕES

Nos últimos dois séculos o mundo vem passando por um rápido desenvolvimento. Este desenvolvimento acelerado requer uma quantidade imensa de energia, sendo grande parte dela elétrica. Durante este período quase toda a energia utilizada para alimentar a economia, era e ainda é proveniente de fontes não renováveis, como exemplo, os combustíveis fósseis. Mas, nas últimas décadas, com a conscientização ambiental por parte de alguns grupos/instituições este cenário vem se modificando e temas como a sustentabilidade, energia limpa, fontes renováveis, entre outros, estão cada vez mais inseridos no nosso dia a dia.

A energia hidráulica, gerada pelo movimento das águas é uma destas fontes limpas e renováveis. Neste aspecto o Brasil se encontra na frente de muitos países industrializados, pois grande parte de sua energia elétrica é gerada por usinas hidrelétricas. As usinas hidrelétricas de grande porte mesmo utilizando uma fonte limpa para gerar a energia elétrica causam um grande impacto ambiental e social, principalmente devido a grandes áreas alagadas para a formação do reservatório.

As PCHs por serem usinas hidrelétricas de menor porte, até 30 MW, não precisam de grandes reservatórios, às vezes podem até operar sem a necessidade de um lago, além destes benefícios para a sustentabilidade as PCHs têm como grande vantagem um curto prazo para construção. Por isto seus impactos negativos são reduzidos, quando comparados as UHEs. Até alguns anos atrás as PCHs estavam esquecidas, isto ocorreu devido a seus custos serem mais elevados do que os custos para a construção de uma UHE, desta forma transformando a energia gerada por uma PCH mais cara do que a energia gerada por uma UHE.

Mas com esta nova tendência mundial de sustentabilidade e também a necessidade de uma rápida expansão da matriz elétrica brasileira relativa ao elevado aumento do consumo nas ultimas décadas, as PCHs vem recebendo vários incentivos por parte do poder público transformando-se em uma ótima oportunidade de investimento. Estes ótimos retornos gerados pelas PCHs vêm chamando a atenção de diversos investidores de médio a grande porte nacional ou estrangeiro.

As PCHs no Brasil já têm um papel de destaque na geração de energia elétrica, pois são responsáveis por quase 3% de toda a energia elétrica gerada no país. Se forem

considerados os empreendimentos em construção e outorgados pela ANEEL este percentual irá aumentar ainda mais. Além disso, as PCHs são de fundamental importância para a geração distribuída. Pois são empreendimentos de pequeno porte e com potencial para serem implantados em praticamente todo o território nacional em um curto intervalo de tempo.

O estado de Santa Catarina tem um papel de destaque em relação a estes empreendimentos, quando comparado a outros estados, Santa Catarina está sempre entre os primeiros em geração, construção e empreendimentos outorgados. As PCHs em Santa Catarina são responsáveis por quase 5% de toda a energia elétrica gerada no estado, isto sem contar as PCHs em construção e outorgadas pela ANEEL, juntos estes empreendimentos são superiores a 7,5% de toda a energia elétrica gerada no Estado.

O estado de Santa Catarina já tem capacidade de fornecer: materiais, equipamentos, mão de obra entre outros para a toda a construção destas usinas. Estes empreendimentos estão trazendo muitos investimentos para Santa Catarina, gerando empregos, arrecadação de impostos, desenvolvendo novas tecnologias, entre outros fatores.

Com todos estes aspectos positivos em relação às PCHs cada vez mais estes empreendimentos são de significativa importância para aumentar a oferta de eletricidade no Brasil, dentro de um modelo de sustentabilidade econômica que é de fundamental importância para as futuras gerações do País e do mundo.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁLVARES, WT. **Instituições de direito da eletricidade**. Editora B. Álvares, 1962

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Guia do empreendedor de pequenas centrais hidrelétricas**. Brasília. ANEEL, 2003.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br>>. Acesso em: 15 maio 2007.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **BIG – Banco de Informações da Geração**. Disponível em: <[www.aneel.gov.br/aplicacoes/Manuais\\_banco\\_de\\_Informacoes/](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/Manuais_banco_de_Informacoes/)>. Acesso em: 30 setembro 2010.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 2. Ed. – Brasília: ANEEL 2005.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 3. Ed. – Brasília: ANEEL 2008.

BONOMI, Cláudio A.; MALVESSI, Oscar. **Project Finance no Brasil: fundamentos e estudos de caso**. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2004.

BRASIL ESCOLA, **Geografia Fontes de Energia**. Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/geografia/>>. Acesso em 26 de setembro de 2010.

CCEE, Câmara de Comercialização de Energia Elétrica. **O Setor Elétrico Brasileiro - Histórico**. Disponível em: <<http://www.ccee.org.br>>. Acesso em: 10 outubro 2010.

CCEE, Câmara de Comercialização de Energia Elétrica. **A reestruturação do setor elétrico brasileiro**. Disponível em: <<http://www.aneel.org.br>>. Acesso em: 20 agosto 2010.

CELESC. Centrais Elétricas de Santa Catarina. Disponível em: <<http://www.celesc.com.br>>. Acesso em 20 nov. 2009.

CELESC, Centrais Elétricas de Santa Catarina. Disponível em: <<http://portal.celesc.com.br/portal/geracao/>>. Acesso em 20 de julho de 2010.

ELETROBRÁS, **Centro da Memória da Energia Elétrica**. Disponível em: <[http://www.memoria.ELETROBRÁS.com/hist\\_regulamentacao.asp](http://www.memoria.ELETROBRÁS.com/hist_regulamentacao.asp)>. Acesso em 30 de setembro 2010.

ELETROBRÁS, **Diretrizes para estudos e projetos de pequenas centrais hidrelétricas**, 2000.

ELETROBRÁS - Centrais Elétricas Brasileiras S.A./ANEEL Agência Nacional de Energia Elétrica. **Instruções para Estudos de Viabilidade de Aproveitamentos Hidrelétricos**. Rio de Janeiro, 1997.

ELETROBRÁS/ ANEEL, **Diretrizes para elaboração de projeto básico de usinas hidrelétricas**, 1999.

ENERGIA RENOVÁVEL, Disponível em: <<http://www.energiarenovavel.info>>. Acesso em 23 de agosto de 2010.

ENERGY, INTERNACIONAL RENEWABLES. Disponível em: <http://www.internationalrenewablesenergy.com>. Acesso em: 18 de novembro de 2010.

EPE, Empresa de pesquisa energética, **Plano Nacional de Energia – PNE 2030** Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/PNE/>>. Acesso em: 02 de novembro de 2010.

GDT, ENERGIA ELÉTRICA, **As hidrelétricas do amanhã**, vol. 39 Ed. Lumière, outubro de 2010.

GREENPEACE, **Protocolo de Kyoto**. Disponível em <[www.greenpeace.org.br](http://www.greenpeace.org.br)>. Acesso em 13 de agosto de 2010.

GOOGLE, Disponível em: <<http://www.google.com.br>>. Acesso em 13 de novembro de 2010.

INFOESCOLA, **Usina Temoelétrica**. Disponível em: <<http://www.infoescola.com>>. Acesso em: 01 de novembro de 2010.

LAKATOS, Eva Maria, MARCONI, Marina de Andrade, **Fundamentos da Metodologia Científica**. 3ª Ed. São Paulo: Atlas, 1991.

MME, MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>>. Acesso em: 10 de novembro de 2010.

NASCIMENTO, José G. A. do, **Considerações sobre Incentivos Regulatórios à Geração Descentralizada de Energia Elétrica no Brasil**. Itajubá, 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Energia) – Universidade Federal de Itajubá.

NILTON, Cássio L, **O impacto das pequenas centrais hidrelétricas - PCHs no meio ambiente**. Minas Gerais, 2009.

NPQ – Nova Paulicéia Química. Disponível em: <<http://www.npq.com.br/sustentabilidade.htm>>. Acesso em: 13 de novembro de 2010.

ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico. Disponível em <<http://www.ons.org.br>>. Acesso em 12 de outubro de 2010.

PANORAMIO. Disponível em: <<http://www.panoramio.com/photo/>> . Acesso em: 13 de novembro de 2010.

POMPEU, Cid Tomanik. **Direito de Águas no Brasil**. São Paulo: Ed. RT, 2006.

POMPEU, Cid Tomanik. Enciclopédia Saraiva do Direito, "sub você" águas freáticas, águas subálvea, Direito de Águas. – Volume 32, pág. 124.

PORTAL PCH, **O Banco Mundial e as Hidrelétricas**. Disponível em: <<http://www.portalpch.com.br>>. Acesso em 10 nov. 2009.

REVISTA ELETRICIDADE MODERNA, **Sistema híbrido eólico-solar-bateria para a geração de eletricidade no Nordeste do Brasil**. Nr. 314, 2000.

SOBIOLOGIA, **Termelétrica**. Disponível em <<http://www.sobiologia.com.br/>>. Acesso em 03 de novembro de 2010.

TECNIX, **Confiabilidade de sistemas elétricos**. Disponível em: <<http://www.tecnix.com.br>>. Acesso em 05 de novembro de 2010.

TIAGO, G. L. F.; GALHARDO, C. R.; DUARTE, E. R. B. C.; NASCIMENTO, J. G. A., **Impactos Sócio-econômicos das Pequenas Centrais Hidrelétricas inseridas no**

**Programa de Incentivo as Fontes Alternativas de Energia (Proinfa).** Revista Brasileira de Energia, Vol. 14, No. 1, 1o Sem. 2008, pp. 145-166

TIAGO, G. L. F.; GALHARDO, C. R.; ANTLOGA, J. G. N.; FERRARI, J. T., **Um panorama das pequenas centrais no Brasil.** V Simpósio de Pequenas e médias centrais hidrelétricas. Florianópolis – SC, Abril de 2006.

UNESP, **Usina Ecoelétrica.** Disponível em:  
<<http://www.dee.feis.unesp.br/usinaecoeletrica>>. Acesso em 15 de novembro de 2010.

UNIFEI, **Curso de especialização em pequenas centrais hidrelétricas.** Setembro de 2009.

WWF-BRASIL, **O que é desenvolvimento sustentável?.** Disponível em:  
<<http://www.wwf.org.br>>. Acesso em 17 de Agosto de 2010.

YIN, R. K, **Estudo de Caso: planejamento e método.** Porto Alegre: Bookman, 2005.